VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Luglio 1931 - ANNO IX N. 19

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La trasmissione a distanza delle misure.

La tecnica delle misure elettriche industriali pareva ormai giunta ad un periodo di assetto definitivo: poco o nulla più da trovare di nuovo ed aperte solo le vie a quei piccoli perfezionamenti di dettaglio che del progresso costituiscono la parte meno appariscente se anche è, spesso, la più faticosa. Due fatti nuovi sono invece venuti, in questi ultimi anni, a riportarla in pieno periodo di evoluzione. Il primo è costituito dalla possibilità offerta dalle valvole termoioniche che dal campo della radiotecnica sono da tempo penetrate in quello della grande elettrotecnica. La penetrazione è ancora lenta e poco avvertita, in ragione soprattutto delle opposizioni che le derivano dalla mentalità della maggior parte degli ingegneri, fattasi sui procedimenti ordinari di misura; ma non vi sarebbe da stupirsi se fra non molti anni le posizioni fossero completamente rovesciate. L'altro fatto è rappresentato dalle misure a distanza. Esempi sporadici di trasmissione e di totalizzazione a distanza delle misure risalgono ormai ad una quindicina di anni, ma solo in questi ultimi tempi il problema ha avuto il suo grande sviluppo, cosicchè assistiamo ad una vera fioritura di metodi e procedimenti svariatissimi che aprono alla loro volta il campo a nuove e svariatissime possibilità. Prescindendo da una interessante comunicazione dell'Ing. Usigli alla Sezione di Milano, che non potè essere pubblicata, l'argomento è stato parzialmente trattato dai colleghi Barbagelata e Dalla Verde al Congresso di Trieste, e *L'Elettrotecnica* ha recentemente pubblicato scritti dell'Ing. Colonna e del Prof. Sartori, relativi a due particolari soluzioni del problema.

Oggi è la volta dell'Ing. SELMO che, in una comunicazione alla Sezione di Napoli, fa una larga rassegna dei principali sistemi oggi proposti o già in uso, classificandoli in tre grandi categorie.

Dallo scritto del Selmo, come dai numerosi articoli comparsi più o meno recentemente sulla stampa estera, si trae la sensazione che il problema sia in pieno periodo di evoluzione e che solo fra qualche anno i risultati dell'esperienza potranno far sentire la loro azione chiarificatrice sfrondando il terreno da tutte le inutili complicazioni ed assegnando la palma ai procedimenti veramente migliori. E si sente il bisogno di un lavoro di inquadramento e di coordinazione dei numerosissimi metodi che consenta di suddividerli, di classificarli, di definirli in un modo un po' più razionale di quanto abbiano finora fatto i principali autori che, all'estero, si sono occupati della questione. Nell'attesa di un simile lavoro che precisi un po' meglio anche la nomenclatura dell'argomento, possiamo essere grati al collega Selmo che, con la consueta chiarezza, porta oggi a conoscenza dei nostri lettori parecchi di quei sistemi ad impulsi dei quali *L'Elettrotecnica* non ha ancora avuto occasione di occuparsi attraverso gli scritti su ricordati.

Il centenario della scoperta di Faraday.

Ricorre quest'estate il centenario della scoperta dell'induzione elettromagnetica dovuta al Faraday ed i colleghi inglesi si apprestano a celebrare come si conviene la ricorrenza nel prossimo settembre. Come già fu detto, la nostra Associazione sarà degnamente rappresentata a quella celebrazione di cui non mancheremo di dare, a suo tempo, ampia notizia ai nostri lettori. Intanto però la ricorrenza ha già avuto degno rilievo in vari Paesi, e fra gli altri, nel nostro, ad opera del Prof. LOMBARDI che la sera del 20 aprile u. s., in occasione del Consiglio Generale, rievocò nobilmente, nella sede della Sezione di Milano, la figura e l'opera del grande fisico inglese.

Con la vita febbrile che tutti viviamo, con la quale spesso non si riesce neppure a leggere quegli scritti di carattere tecnico che più ci riguardano, ben poco tempo rimane per le letture « inutili ». Pur tuttavia è indubitabile che il nostro spirito sente spesso bisogno di riposarsi con tali letture, perchè proprio nelle cosidette cose inutili esso trova sovente le maggiori fonti di compiacimento. Siamo quindi certi che il testo della conferenza del Prof. Lombardi sarà letto da tutti col più grande piacere; ed in particolare dai giovani che più hanno sofferto — se è lecito dire — dalla tendenza necessariamente sempre più utilitaria assunta dall'insegnamento e che si sentiranno trasportati col pensiero a quei tempi « eroici », quando tutto era da scoprire o da inventare ed i grandi uomini che hanno fondata l'elettrotecnica si aprivano faticosamente il cammino attraverso l'ignoto.

Valutazione della reattanza interna degli alternatori.

Del modo di valutare o di misurare la cosidetta « reattanza interna » degli alternatori si discute da almeno trent'anni, da quando, cioè, si è cominciato a costruire e ad usare gli alternatori stessi. Forse perchè tale reattanza, più che un'entità fisica ben definita, è la conseguenza di una astrazione semplificatrice immaginata per rendere in un certo senso più tangibili i fenomeni che hanno luogo nell'interno della macchina. Sull'argomento torna oggi il Prof. REBORA che con il consueto spirito pratico nutrito da tanti anni di continuo contatto con le macchine, stabilisce una semplice formula per la valutazione della reattanza interna desumendo dall'esperienza il valore numerico del coefficiente destinato a tener conto di tutti gli imponderabili del problema. E la documentazione sperimentale è, come sempre nei lavori del Rebora, il frutto prezioso di osservazioni pazientemente raccolte in molti anni di esperienza.

Le sovratensioni e l'isolamento delle linee.

E' noto con quanto fervore di studi e con quanta ricchezza di mezzi sperimentali i grandi laboratori di elettrotecnica si siano dati in questi ultimi anni allo studio delle sovratensioni sulle linee di trasmissione e del problema del coordinamento del grado di isolamento delle varie parti di un impianto per realizzare la più efficace protezione complessiva.

I risultati raggiunti sono molto promettenti ed hanno già permesso di passare ad interessanti applicazioni. Si tratta tuttavia di studi ancora in corso e di un ramo della tecnica in rapida evoluzione.

Per questa ragione crediamo riesca utile ed interessante l'articolo dovuto alla cortese collaborazione del PEEK il cui nome è da tanti anni legato agli studi sulle alte tensioni. Lo scritto, se anche non contiene molte notizie di assoluta novità, costituisce una opportuna messa a punto sintetica e completa.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

LA TRASMISSIONE DI MISURE A DISTANZA

L. SELMO

AEI Comunicazione alla Sezione di Napoli - 20 febbraio 1931.

L'Autore classifica i sistemi di trasmissione di misura a distanza, in tre grandi categorie; per ogni categoria descrive il principio e alcune applicazioni pratiche, ed infine fa un paragone tecnico dei diversi sistemi in uso.

Con l'ingrandire degli impianti elettrici e più ancora con il raggruppamento di impianti diversi è sorta la necessità di un centro destinato ad avere funzioni di controllo o di comando ed allora si è resa indispensabile la soluzione del problema di trasmettere a distanza le indicazioni di talune grandezze caratteristiche misurate in località diverse.

Le applicazioni delle misure a distanza sono utili quando si vuole controllare l'opera di personale stabile dislocato in vari punti dell'impianto o in vari impianti, come ad esempio quando si vuol controllare l'opera dei fuochisti in sala caldaie, dei macchinisti in sala macchine, degli elettricisti di diverse centrali, ecc., e sono addirittura indispensabili quando ai fini dell'esercizio interessa sorvegliare o comunque conoscere con continuità quei dati la cui misura è da effettuarsi in centri nei quali non si voglia tenere del personale stabile, come ad esempio, misura di livelli di bacini e serbatoi, misure elettriche di centrali automatiche, ecc.

Con vantaggi economici si può anche usare la trasmissione di misure a distanza nelle grandi stazioni di commutazione e nelle cabine all'aperto, disponendo l'insieme trasmettitore in vicinanza dei riduttori di misura e il complesso ricevitore al quadro di manovra. Con le installazioni moderne la lunghezza dei cavetti era talvolta tanto grande che da un lato si è pensato di ricorrere a sezioni molto forti (fino a $25 \div 30$ mm^2) per evitare ai riduttori un eccessivo carico in VA, e d'altro lato per ridurre le sezioni ad un quinto si è manifestata la tendenza a costruire riduttori di corrente con 1 amp. al secondario.

Col sistema di trasmissione a distanza si ottiene economia tanto sul numero come sulle sezioni di collegamento fra trasformatori e strumenti indicatori e per citare un solo esempio di questi vantaggi dirò che mentre con il sistema normale una comune misura wattometrica richiede sei fili, con la trasmissione a distanza per lo stesso scopo ne bastano due se non addirittura uno solo.

Il problema della trasmissione delle misure a distanza è strettamente connesso al problema delle linee su cui avviene questa trasmissione ed è il più delle volte in relazione alle linee di trasmissione dell'energia elettrica sia perchè queste ultime si vogliono sorvegliare con la conoscenza, attraverso indicazioni a distanza, della potenza o della intensità o della tensione in determinati punti, sia per le influenze che la rete di trasporto o di distribuzione di energia può esercitare sulla linea lungo la quale si trasmettono le indicazioni.

Nel dettaglio di queste influenze non è il caso di entrare perchè si andrebbe lontani dallo scopo di questa relazione la quale vuole solo riassumere quali sono i sistemi che si contendono il campo delle misure a distanza: mi basta averne accennato perchè le condizioni diverse, nelle quali si trova la linea lungo cui avviene la trasmissione, possono far preferire un sistema ad un altro.

La tecnica delle misure trasmesse a distanza è abbastanza progredita ma i vari sistemi in uso sono classificabili in tre grandi categorie:

1) Sistemi a variazione di resistenza.
2) Sistemi a variazione di tensione.
3) Sistemi ad impulsi.

Per ognuno di questi sistemi esporrò anzitutto il principio e poi accennerò anche qualcuno dei modi con cui ne è stata fatta la pratica applicazione.

Il primo sistema è sostanzialmente il più evidente, fig. 1. Una sorgente di forza elettromotrice costante alimenta un circuito costituito da una resistenza variabile R e da una f. e. m. costante E, da una linea di trasmissione L e da un apparecchio A sensibile alle correnti che circolano nel circuito e che dipendono evidentemente dal valore della resistenza elettrica R. Il cursore mobile di questa essendo posto sotto il comando della grandezza da misurare, ad ogni grandezza di questa corrisponde una posizione del cursore e quindi una corrente nell'apparecchio A.

Questo sistema si presta specialmente alla trasmissione di misure idriche e di tutte quelle grandezze che agiscono con coppie rilevanti perchè in genere la manovra diretta della resistenza richiede sempre uno sforzo notevole.

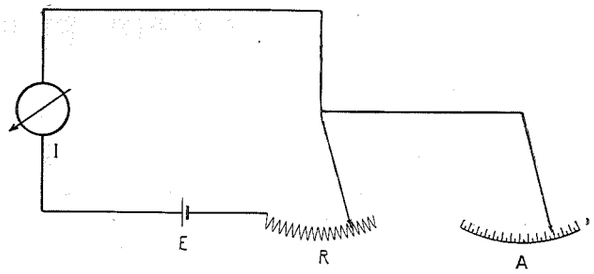


Fig. 1.

Il sistema, che ho così brevemente descritto, può subire un grande numero di variazioni o modifiche nel senso che la corrente adottata può essere sia continua sia alternata e nel senso ancora che per quest'ultima la resistenza ohmica può essere sostituita da una induttanza variabile, ad esempio a nucleo di ferro mobile la cui posizione si può far dipendere dalla grandezza da misurare.

L'applicazione pratica, che ne ha fatto la Ditta «Hartmann e Braun» e che è indicata in fig. 2, mi sembra un esempio classico di questo tipo di trasmissione a distanza.

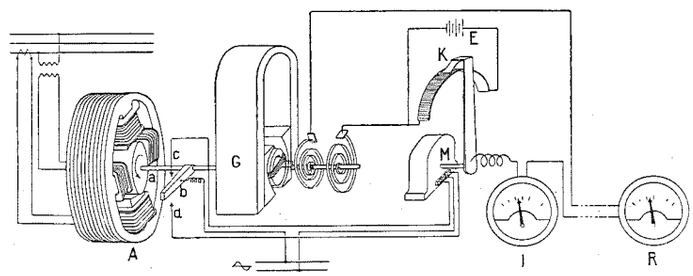


Fig. 2.

L'asse dello strumento A misuratore della grandezza, il cui valore è da trasmettere, porta un'asticciuola b, a mezzo della quale uno dei capi di una f. e. m. alternativa può chiudersi su uno dei contatti c - d. L'apparecchio G è uno strumento a bobina mobile e magnete permanente, la cui bobina è attraversata da una corrente regolata come vedremo. La coppia di G è opposta a quella di A e in posizione di equilibrio l'asticciuola b non tocca nè c nè d. Quando una variazione di carico fa toccare b con c oppure con d incomincia a funzionare il motorino M in un senso o nell'altro e questo motorino fa variare la posizione del contatto mobile K nel potenziometro alimentato dalla f.e.m. continua E. Variando così la porzione di potenziometro inserita nel circuito dello strumento G, varierà la corrente in questo circolante e quindi la coppia fino al ristabilirsi del nuovo equilibrio. La variazione della corrente è segnata sia dallo strumento I in partenza che da quello R ricevitore ed è evidentemente legata da semplice proporzionalità alla coppia di A, cioè alla grandezza da misurare.

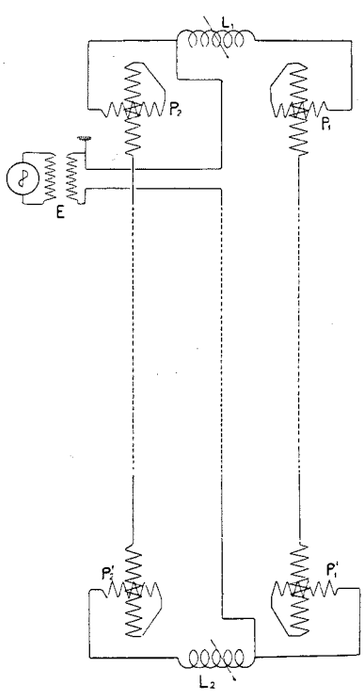


Fig. 3.

Anche interessante è il funzionamento del trasmettitore che 2 note Case italiane, la «C.G.S.» e la «Arcioni» costruiscono, salvo piccole differenze di dettaglio, sullo stesso principio indicato nello schema (fig. 3).

Variando il carico nel centro produttore, varia la induttanza L_1 inserita nel circuito di un ponte P_1' di un wattmetro ricevitore R. In questo circuito è inserita anche una d. d. p. alternata e pertanto P_1'

ha una certa coppia che sarà equilibrata da quella del ponte P_2 solo quando il relais del wattmetro R avrà variato la L_2 in modo che la coppia di P'_1 sia uguale a quella di P_2'. In tale variazione si muovono anche la penna del registratore e l'indice dell'indicatore. Le resistenze R_1 e R_2 servono ad un aggiustaggio iniziale dell'apparecchio.

Uno di questi apparecchi C. G. S. è in funzione a Napoli per trasmettere al centro di Poggioreale le indicazioni della totalizzazione di potenza erogata dalla centrale Capuano, mentre un apparecchio Arcioni è in funzione in Sila per trasmettere alla centrale di Timpagrande le indicazioni della totalizzazione di potenza erogata dalla centrale primo Salto Ampollino.

Un'altra applicazione del sistema di trasmissione a distanza a variazione di resistenza o induttanza la abbiamo alla centrale Capuano per trasmettere i risultati della misura di portata di acqua o di vapore effettuata col tubo Venturi. L'apparecchio fornito dalla Siemens consiste in due recipienti in parte riempiti di mercurio, disposti uno dentro l'altro e comunicanti fra loro per mezzo di un lungo tubo. L'apparecchio corrisponde, per il suo funzionamento, ad un manometro differenziale, sulle cui colonne di mercurio agisce la differenza di pressione di volta in volta provocata dal tubo Venturi. Su uno dei due specchi di mercurio riposa un galleggiante, la cui asta porta superiormente un nucleo di ferro che può muoversi entro un tubo di argentana disposto fra i poli di un elettromagnete. I movimenti del galleggiante provocano nel sistema di bobine dell'elettromagnete una corrente indotta, la cui intensità dipende dalla posizione che il nucleo assume nel campo magnetico generato. Questa corrente indotta serve ad azionare il registratore indicatore e il contatore a distanza.

In seguito la Siemens ha modificato e perfezionato questo sistema ricorrendo all'uso di un tubo di vetro circolare riempito per metà di mercurio e per metà di idrogeno a bassa pressione. Nell'interno del tubo vi è una spirale in lega di platino con gli estremi collegati a due conduttori, che sono alimentati da una f. e. m. costante e le cui entrate nel tubo sono diametralmente opposte. Il tubo è montato su un asse concentricamente a un disco il quale gira al muoversi dell'indice di un manometro indicatore. Col variare della posizione dell'indice dell'apparecchio indicatore, anche il tubo di vetro assume posizioni diverse e la spirale resta totalmente o parzialmente annegata nel mercurio oppure ne è completamente libera: si ha di conseguenza nel circuito trasmettitore una variazione di resistenza e una variazione di corrente, la quale è segnalata dall'apparecchio ricevitore che a volontà può essere indicatore o registratore.

Come altro esempio del primo sistema a variazione di resistenza voglio citare il sistema a compensazione dell'A. E. G., il cui schema risulta dalla fig. 4.

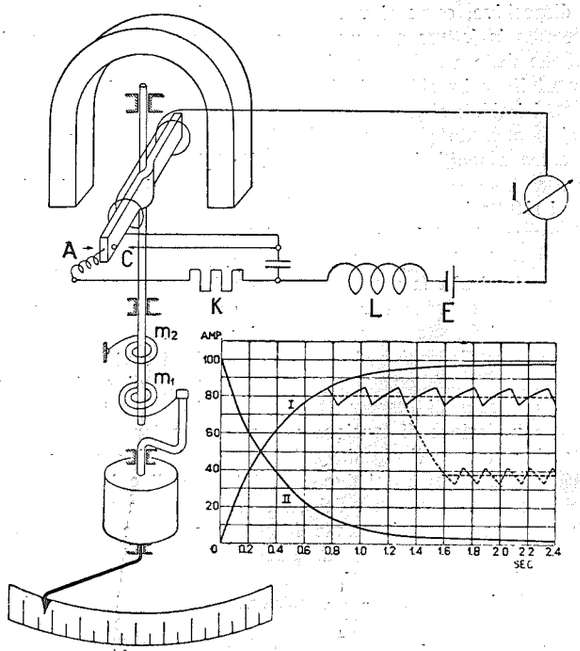


Fig. 4.

L'indice dell'apparecchio, che nel centro trasmettitore segnala o registra la grandezza da misurare, mediante la molla m_1 fa rotare un albero che porta un relais polarizzato, la cui ancora nella posizione neutra giace nel piano di simmetria del magnete e può subire deviazioni limitate a sinistra da un arresto e a destra da un contatto C. La corrente che circola nell'avvolgimento del relais genera un momento di rotazione che tende ad aprire il contatto C mentre le due molle m_1 e m_2 tendono a chiuderlo. A seconda che il contatto C è aperto o chiuso la resistenza è inserita o esclusa e quindi nel circuito di misura a distanza varia la corrente la quale è segnalata al centro ricevitore da un normale apparecchio I a bobina mobile, in generale un milliamperometro.

Fin qui dunque niente di nuovo rispetto allo schema generale e ad altre forme di costruzione già descritte: la novità di questo sistema a compensazione consiste nel ritardo della variazione di corrente ottenuto a mezzo dell'inserzione in circuito della self L ad alta induttività, la quale fa sì che a contatto C chiuso la corrente aumenti secondo la curva I ed a contatto C aperto diminuisca secondo la curva II.

Quando il valore da misurare è costante o oscilla di poco, il contatto C seguita ad aprire e chiudere, comportandosi come un regolatore rapido, la corrente del circuito di misura a distanza segue un decorso come indicato in figura e il milliamperometro ricevitore segna un valore medio; quando la variazione del valore da misurare è notevole e lunga, il contatto C resta chiuso o aperto fino al raggiungimento del nuovo valore della corrente di trasmissione, intorno al quale ricominciano le oscillazioni.

Nella categoria dei sistemi a variazione di induttanza si può far rientrare anche il sistema Selsyn della G. E. C. costituito da due motori sincroni, di cui il trasmettitore funziona da generatore e il ricevitore da motore. Gli avvolgimenti dei rotori sono connessi a un'unica sorgente monofase di eccitazione mentre gli avvolgimenti degli statori sono connessi tra di loro.

Quando i due motori sono in posizioni esattamente corrispondenti i voltaggi indotti negli statori sono uguali ed opposti e nessuna corrente circola in essi. Se invece il rotore del trasmettitore viene mosso in corrispondenza di una variazione della grandezza da misurare, i voltaggi indotti negli statori non sono più uguali ed opposti e la corrente che in conseguenza circola negli avvolgimenti degli statori genera una coppia in ambedue i rotori. Ma quello del trasmettitore è mantenuto fisso dalla lancetta dello strumento che indica la grandezza da misurare e quello del rotore si muoverà fino a raggiungere la nuova posizione la quale ristabilisce l'equilibrio e serve a dare l'indicazione voluta.

Questo sistema richiede una linea a tre fili.

Esso permette la successione delle indicazioni di diverse grandezze, purchè al trasmettitore venga connesso un selettore. Anche la totalizzazione di due grandezze può ottenersi ma per ciò occorrono due generatori trasmettitori ed un motore ricevitore differenziale il cui rotore girerà di un angolo uguale alla differenza degli angoli di cui hanno girato i rotori dei trasmettitori.

Tutte queste applicazioni molto ingegnose, che abbiamo esaminato, mostrano come il sistema della fig. 1 così semplice in teoria diventi alquanto complesso quando si va ad effettuarlo in pratica.

Passiamo ora al secondo sistema a variazione di tensione il quale si basa sul principio di generare una tensione legata alla grandezza da misurare da un'unica relazione e di inviare questa tensione, mediante opportuna linea, alla stazione ricevente dove uno strumento indicatore o registratore la riceve e la segnala. La legge che lega fra loro la grandezza da misurare, la tensione generata e la deviazione dello strumento ricevitore è quella di semplice proporzionalità, ma potrebbe anche essere una legge qualunque, però in tal caso bisognerà provvedere volta a volta a stabilire una scala.

Un esempio di questo tipo di trasmissione si ha nel sistema « Telewatt » della Casa « Aron » nel quale un trasmettitore ruota con velocità legata alla quantità da misurare da una legge univoca. Sul medesimo asse del trasmettitore è collegato un generatore ultrasensibile di corrente continua, che genera tensione dipendente dalla velocità. Il trasmettitore è studiato in modo che la legge sopra accennata è esattamente di proporzionalità ed è costituito dall'equipaggio di un contatore a coppia molto elevata, che può inserirsi, con appropriati schemi ed avvolgimenti, sia per la misura di potenza attiva, come per quella di potenza reattiva, corrente, tensione, ecc. La trasmissione può effettuarsi normalmente su condutture tipo telefonico. Gli apparecchi ricevitori sono dei comuni strumenti a bobina mobile e magnete permanente, del tipo galvanometro, che vanno in fondo scala per correnti dell'ordine di 1 milliampere.

Per la totalizzazione il sistema Telewatt è molto semplice perchè basta porre in serie le varie tensioni generate dai singoli generatori ad anche applicare un generatore ad un apparecchio che abbia già per suo conto totalizzato in partenza tutte le quantità che si vogliono sommare.

Anche l'indicazione in caso che la grandezza da trasmettere abbia due sensi (potenza su reti di interconnessione) è facilmente ottenuta mediante strumenti ricevitori a zero centrale e strumenti trasmettitori che possano marciare nei due sensi.

Un altro esempio del sistema a variazione di tensione lo troviamo applicato alla centrale Capuano per la trasmissione a distanza delle misurazioni di temperature nelle caldaie fatte a mezzo di termometri a termocoppie. Il giunto caldo della termocoppia è installato nell'am-

biente da misurare, gli estremi del giunto freddo sono collegati ad una linea i cui estremi fanno capo ad un millivoltmetro a bobina mobile e magnete permanente, sensibile alla f. e. m. che si genera nel circuito quando si scalda il giunto caldo e che è proporzionale alla differenza di temperatura fra il giunto caldo e il giunto freddo. I conduttori, che costituiscono la linea di trasmissione , sono in rame isolato, hanno una resistenza stabilita e devono essere sistemati in modo da non subire lungo il loro percorso alcun sensibile cambiamento di temperatura per non variare la resistenza del circuito.

Dati i piccoli valori della f. e. m. generata dalla termocoppia, la sospensione della bobina mobile ha bisogno di speciali cure per ottenere una grandissima sensibilità, mentre la resistenza interna della bobina deve essere molto grande in confronto di quella degli elementi e delle connessioni per rendere trascurabili gli effetti di variazione della temperatura ambiente. Senza tutti questi accorgimenti le letture al millivolmetro non potrebbero avere l'esattezza che occorre.

Da quanto abbiamo detto finora risulta che i due sistemi descritti richiedono due fili per ogni grandezza da misurare. Meno facilmente col primo sistema, in quanto ne nascerebbero ulteriori gravi complicazioni, ma molto facilmente col sistema Telewatt si può ridurre il numero dei fili adoperando un unico ritorno e quindi usando per n grandezze da segnalare soltanto $n + 1$ fili.

Nei sistemi di misure a distanza la questione delle linee di collegamento ha una influenza che è naturalmente legata alla distanza fra i punti collegati e quando le indicazioni da trasmettere sono molte e la distanza supera qualche chilometro, diventa assai interessante la trasmissione di molte indicazioni mediante un'unica via, il che potrà farsi quando si tratti di grandezze variabili con una certa lentezza e con una sufficiente continuità. Il problema così posto rientra nell'altro più generale del controllo a distanza.

Gli impianti di controllo possono avere due scopi: uno scopo di *comando,* cioè permettere a un operatore centrale di eseguire manovre in punti lontani, o uno scopo di *supervisione,* cioè far conoscere a un osservatore centrale la situazione di impianti lontani e le variazioni mano mano che si producono. In tutti i due casi si sente la necessità di aggiungere alle indicazioni di posizione anche delle indicazioni quantitative, con che siamo in pieno nel problema delle misure a distanza.

Si possono quindi distinguere:

a) impianti di comando che permettono di comandare, di conoscere delle posizioni e delle variazioni e di leggere delle grandezze;

b) impianti di supervisione che permettono di ripetere sopra un quadro indicatore delle posizioni e delle variazioni e di leggere delle grandezze.

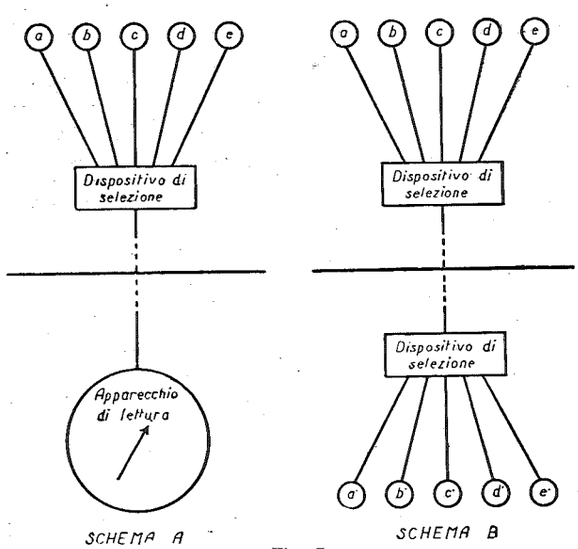


Fig. 5.

Nei riguardi delle misure la differenza sostanziale tra i due tipi è questa: il primo presuppone la presenza di un operatore (distributore del carico, dirigente unico o altro) che si mette in comunicazione con gli organi da controllare e le grandezze da misurare, mentre il secondo è destinato (senza operatori) a tener, per dir così, «al corrente» uno schema e degli apparecchi. E' naturale nel primo caso l'idea di avere un apparecchio unico, su cui l'operatore possa leggere una dopo l'altra le varie grandezze che lo interessano, mentre nel secondo si avranno tanti apparechi quante sono le grandezze da misurare e saranno degli apparecchi scriventi oppure degli apparecchi indicatori tipo quotenziometro, costruiti cioè in modo che ciascuno di essi rimane nella posizione che ha assunto, per tutto il tempo che la linea è a disposizione degli altri.

Nel primo caso si avrà lo schema *A,* nel secondo lo schema *B* (fig. 5). Mentre in prima approssimazione si può dire che ogni sistema di misura può applicarsi a tale impianto, inquantochè, stabilito che sia il collegamento fra uno degli apparecchi *a, b, c,* con l'unico apparecchio o col proprio corrispondente *a'*, *b'*, *c'*, poco importa il modo come la misura viene trasmessa, in realtà però vi sono delle limitazioni, specie per il tipo di corrente e spesso è da escludere di potersi servire di corrente continua.

Ritengo interessante far cenno di un sistema, che rientra nella categoria di quelli a variazione di tensione e che i tecnici della Società Generale Elettrica Napoletana hanno genialmente attuato nell'impianto di distribuzione di Napoli realizzando tanto lo schema *A* per la lettura su un unico apparecchio, come lo schema *B* per la registrazione con apparecchi diversi.

Premetto che l'impianto di Napoli è un impianto di comandi e quindi è sempre presente un operatore il quale dovendo eseguire delle manovre, deve essere in qualunque momento completamente informato di quanto accade sulla rete 9 kV che costituisce la distribuzione cittadina.

L'impianto che si estende da Croce del Lagno alla Torretta, i quali punti sono rispettivamente a km 7 e 4,5 dal posto di centralizzazione delle segnalazioni e delle misure, controlla, per ora, nove centri principali i quali sono sparsi per la città e rappresentano i punti nodali della rete, con circa 130 automatici, con i separatori corrispondenti, i servizi ausiliari, ecc.

Le linee di collegamento sono coppie telefoniche da 7/10 di mm avendo i centri maggiori una sola coppia di collegamento, mentre diversi centri minori ubicati su un'unica direzione, sono collegati tutti a un'unica coppia. La capacità di una coppia è di 128 manovre.

In un impianto di distribuzione la grandezza che più interessa di seguire è la corrente e le variazioni di questa non solo sono lente ma anche conosciute nel loro andamento generale e quindi è sufficiente eseguire una lettura ogni ora, salvo che nel periodo della punta luce, in cui si legge ogni mezz'ora.

L'operatore centrale è lui che chiama ogni ora le diverse linee uscenti dalle cabine e ne legge il carico in ampere, che annota sui propri registri. Tali carichi si leggono sopra un unico apparecchio, che è posto davanti all'operatore, mentre nelle cabine i singoli apparecchi sono aboliti.

Lo schema (fig. 6) mostra che i singoli riduttori di corrente, installati, portano inserita sul loro circuito secondario una piccola resistenza di argentana. La grandezza trasmessa al posto centrale è la caduta di tensione che si verifica su tale resistenza, che è proporzionale alla corrente primaria e va da 0 a circa 3 volt.

Il dispositivo, come si vede, risolve subito la più grave difficoltà che presenta la lettura con un unico apparecchio, cioè quella di valutare bene delle grandezze molto diverse l'una dall'altra. Difatti siccome ogni linea ha riduttori di corrente proporzionati al proprio carico e tutti i riduttori hanno la corrente secondaria standard di 5 ampere, si è ottenuto già una unificazione della corrente a una scala unica, salvo a moltiplicare i singoli valori letti sull'apparecchio per delle costanti variabili da linea a linea, cioè per i rapporti dei corrispondenti riduttori.

L'apparecchio di lettura è un milliamperometro a corrente continua, che va fuori scala a 3 milliampere. Il dispositivo di amplificazione usato fa sì che la resistenza di linea ha importanza trascurabile, nei limiti delle distanze che si devono superare. La rettificazione è fatta a ponte di Graetz con raddrizzatori a secco.

Con questo dispositivo si controllano anche i cavi a 4000 volt del nuovo impianto pubblico. Qui, però, trattandosi di cavi a corrente costante, interessa di leggere la tensione ai capi del cavo per dedurre dalla variazione di tensione se parte delle lampade sono andate in corto circuito o se il circuito è interrotto. Si può anche controllare la tensione contro terra dei due capi del cavo, il cui rapporto si altera ogni volta che un punto del circuito si mette a terra. Ciò si ottiene misurando successivamente la tensione contro terra delle due estremità del trasformatore oscillante che alimenta il cavo. Dette V_1 e V_2 le tensioni, il rapporto $\frac{V_1}{V_2}$ permetterà, come si è detto, di accorgersi se si verifica una terra, mentre la somma $V_1 + V_2$ mostra, con i suoi scarti dal valore normale, gli eventuali corti circuiti.

Oltre tali letture che sono eseguite ogni ora dall'operatore, si hanno alcune registrazioni automatiche negli intervalli in cui l'operatore lascia disponibili le apparecchiature di controllo. Così si segue in due delle più importanti sottostazioni la tensione delle sbarre primarie, trascrivendone i valori su due apparecchi registratori che si trovano nel posto centrale.

Questi apparecchi scrivono per punti successivi ed i punti risultano abbastanza vicini perchè si possa considerare il diagramma ottenuto come un diagramma continuo, anche se si dovesse aumentare

il numero delle grandezze registrate, aumentando corrispondentemente l'intervallo tra i punti. Naturalmente per azionare degli apparecchi registratori necessitano grandezze diverse e quindi si è ricorso ad una diversa amplificazione sostituendo al trasformatore inserito nel circuito di placca un altro trasformatore di appropriate caratteristiche e sostituendo alla rettificazione a ponte di Graetz la rettificazione ad altri termini permettesse l'uso di queste linee anche alla trasmissione a distanza contemporaneamente alla loro funzione di linee di telecomunicazione ed è stato così escogitato il terzo sistema ad impulsi, il quale può essere basato sul principio della durata di un impulso o su quello della frequenza di impulsi e comprende anche quello della frequenza pura e quello radio.

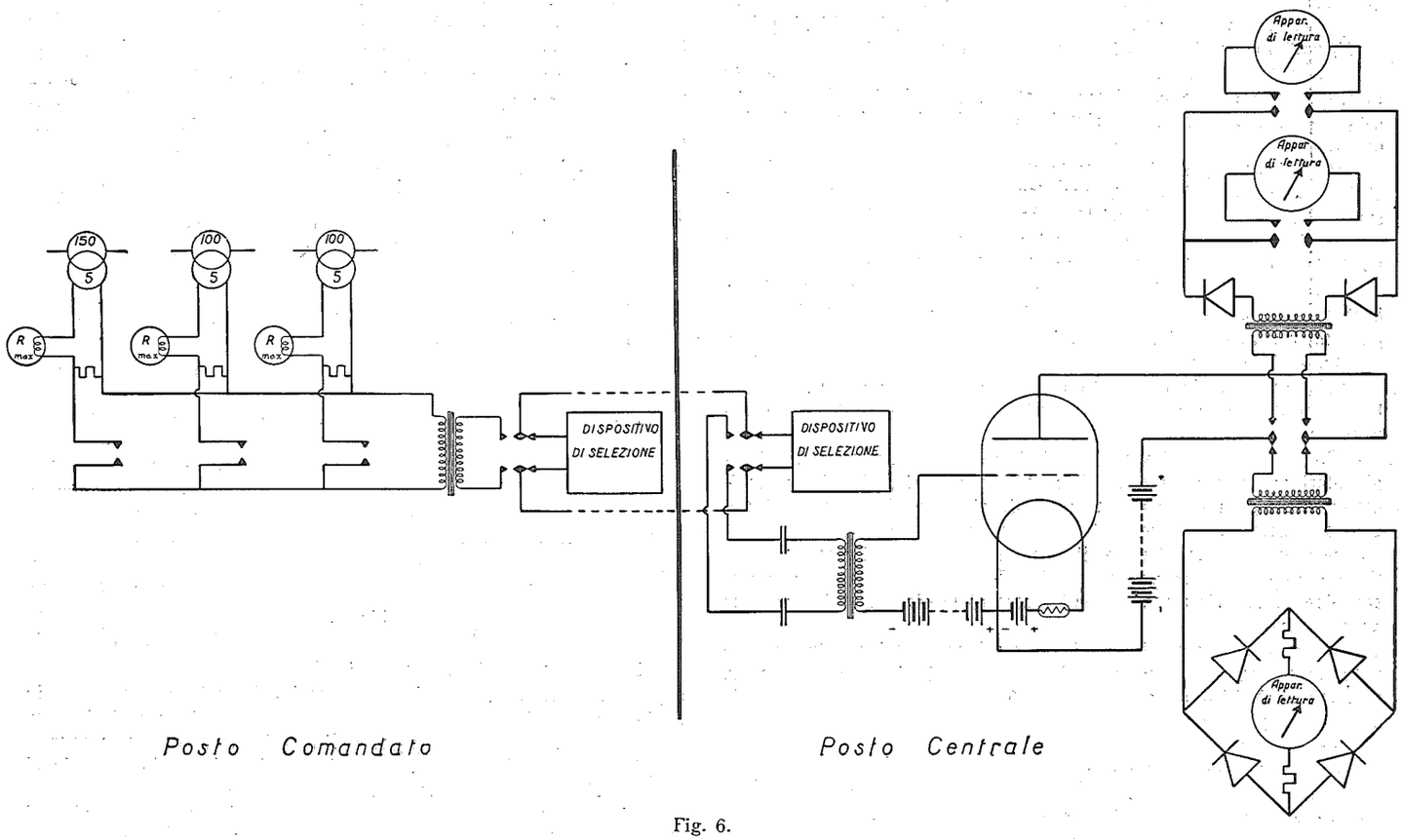


Fig. 6.

una semionda. Le variazioni di tensione in questo sistema di trasmissione di misura adottato a Napoli sono, come si è veduto, di pochi volt e ciò perchè i fili di comunicazione sono coppie di cavetti telefonici che non converrebbe cimentare a tensioni elevate. Nei centri controllati le apparecchiature sono semplicissime, mentre il dispositivo centrale che necessita di un amplificatore è unico ed è sotto il controllo di un operatore, il quale può mantenere, con opportune correzioni, le costanti di questo dispositivo (corrente di accensione e tensione di placca) a quei valori fissi già predisposti, in modo da non alterare la taratura del complesso.

L'impianto è in servizio da quasi due anni ed ha perfettamente corrisposto.

I due sistemi a variazione di resistenza o induttanza e a variazione di tensione, di cui fino a qui si è parlato, servono e servono bene, ma solamente nel caso di trasmissioni a limitate distanze nelle quali è possibile adoperare linee di trasmissione che siano al sicuro da influenze esterne, cioè linee aeree piuttosto brevi oppure cavetti sottopiombo. Infatti in linee molto lunghe, sia aeree che in cavo, la variazione della temperatura fa variare notevolmente la resistenza obbligando di tempo in tempo (che in talune regioni può anche essere ogni 6-8 ore) alla regolazione di una resistenza zavorra inserita nel circuito in modo che la resistenza di linea sia riportata ad un valore fisso.

Inoltre nel caso di linee aeree si possono avere, in dipendenza delle condizioni atmosferiche, isolamenti più o meno buoni con dispersione di valore variabile e conseguenti errori nelle indicazioni alla ricezione.

Infine nel caso di lunghe linee aeree, sottoposte o non a linee ad alta tensione, parallele o non a linee di questo genere, occorre sempre proteggere gli strumenti trasmettitori e ricevitori mediante opportuni organi che isolino la linea dagli apparecchi, ad esempio mediante trasformatori di tipo telefonico, il che impedisce di utilizzare la corrente continua e nel caso della corrente alternata importa che le variazioni della resistenza o della induttanza siano piuttosto rilevanti.

Per evitare tutti questi inconvenienti era naturale che i tecnici studiosi di questi problemi si orientassero verso una soluzione con la quale fosse possibile la trasmissione anche su linee munite di trasformatori di protezione come potrebbero essere le telefoniche od in

La « A. E. G. » ha fatto un'applicazione pratica del primo principio costruendo un complesso mediante il quale al centro trasmettitore la deviazione della lancetta di un indicatore viene trasformata in un impulso di durata proporzionale e al centro ricevitore questo impulso viene nuovamente trasformato in una deviazione di indice.

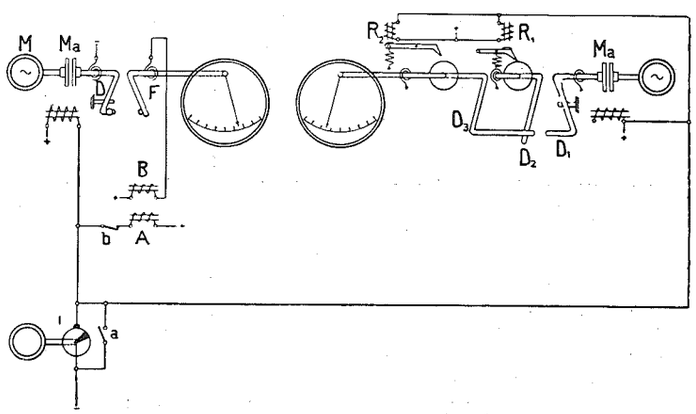


Fig. 7.

Dallo schema del trasmettitore (fig. 7) si vede che chiudendo l'inseritore *i* entrano in funzione il relais *A* e il magnete di accoppiamento M_a, il quale unendo il motore sincrono *M*, a velocità costante e continuamente in moto, con il braccio *D* fa spostare quest'ultimo a velocità costante verso l'asta di contatto *F*. Quando il braccio *D* ha raggiunto il contatto *F*, la cui posizione dipende da quella della lancetta dell'indicatore, entra in funzione il relais *B*, il quale col contatto di riposo *b* disinserisce il relais *A* e quindi il magnete di accoppiamento M_a facendo ricadere il braccio *D* nella posizione iniziale. L'impulso dato alla linea comincia col movimento del braccio *D* e termina con la chiusura del contatto *F*: la sua durata è proporzionale alla deviazione del braccio *D*, essendo costante la velocità di questo.

Lo schema del ricevitore mostra che sono previsti tre bracci, i quali vengono alternativamente trattenuti e liberati. Quando sulla

linea si verifica un impulso vengono azionati il magnete di accoppiamento M_a, che muove a velocità costante il braccio D_1, ed entrano in funzione i blocchi N_1 e N_2 ma il secondo con un leggero ritardo rispetto al primo. A causa dell'apertura del blocco N_1 il braccio D_2 cade sul braccio D_1 e viene da questo trascinato. Intanto si apre il blocco N_2 ed il braccio D_3 cade sul braccio D_2 in movimento per essere da questo trascinato fino alla nuova posizione, che dà con la lancetta il valore della grandezza. Finito l'impulso i blocchi N_2 prima ed N_1 subito dopo rientrano in funzione e il magnete di accoppiamento si disinserisce per cui D_2 ricade nella sua posizione normale. Metto in rilievo che questo complesso consta di dispositivi esclusivamente meccanici e che lo strumento ricevitore non ha alcun sistema elettrico di misura.

Per misurare periodicamente la stessa grandezza basterà sostituire all'inseritore i un cilindro di inserzione I che ruoti con velocità costante; se si vuole la indicazione successiva di diversi apparecchi installati al centro trasmettitore basterà aggiungere un commutatore che faccia intervenire i diversi apparecchi uno dopo l'altro.

Anche l'energia nei due sensi può essere facilmente segnalata: basterà usare tanto al centro trasmettitore che a quello ricevitore apparecchi a zero centrale.

La totalizzazione invece può essere solo meccanica e sarà la lancetta dell'apparecchio totalizzatore quella che servirà per trasmettere l'impulso di durata proporzionale alla somma che vuol essere conosciuta.

Come apparecchi dovranno venir impiegati esclusivamente dei registratori per avere momenti di rotazione e di inerzia che garantiscano una sicura chiusura dei contatti, ciò che difficilmente si potrebbe ottenere con apparecchi semplicemente indicatori.

Il complesso ha bisogno di una sola sorgente di energia (continua o alternata) che può essere indifferentemente ubicata alla trasmissione e alla ricezione e il cui valore di tensione non influenza la trasmissione.

In caso di lunghe linee di trasmissione, specialmente se protette, lo schema della figura corrisponde purchè ai relais di tensione vengano sostituiti relais di corrente.

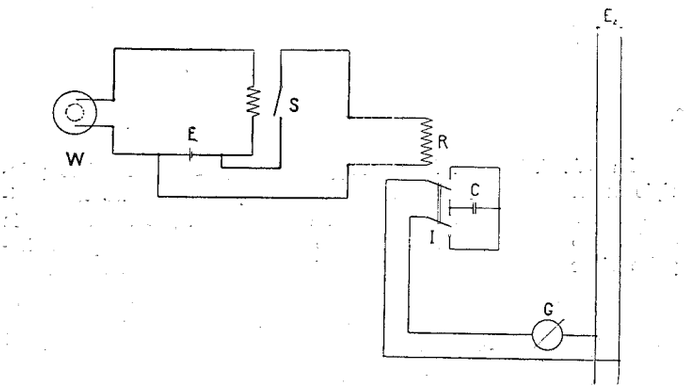


Fig. 8.

La «Siemens» ha invece un'applicazione pratica del principio della frequenza di impulsi (fig. 8). La trasmissione è effettuata mediante impulsi di corrente che può essere continua se nella linea è inserito un piccolo numero di trasformatori di protezione ed alternata se i trasformatori inseriti sono parecchi.

L'organo principale dell'apparecchio trasmettitore è un contatore W munito di interruttore, il quale per mantenere basse le perdite di attrito, è stato realizzato sotto forma di un collettore. In serie con detto interruttore vi è una sorgente locale E_1 di valore appropriato che manda sulla linea degli impulsi di corrente. In arrivo gli impulsi sono raccolti da un relais R che aziona un invertitore, il quale mediante una locale sorgente di f. e. m. E_2 provoca in un senso e poi nell'altro senso la carica di un condensatore C. Queste correnti di carica traversano in un solo senso un istrumento a bobina mobile G che le misura. Questo strumento deve essere a grande inerzia perchè non sia sensibile ad impulsi che gli possono venire dall'esterno e ciò è particolarmente necessario in caso di frequenza di impulsi bassa. Pertanto ad evitare inconvenienti e complicazioni il numero di impulsi per secondo sarà abbastanza forte e l'istrumento ricevitore andrà in fondo scala per circa 5 impulsi al secondo, in modo che se anche per avventura si producesse qualche impulso di più, l'influenza sull'indicatore non sarebbe molto notevole.

Occorre qui subito notare che, se le linee di trasmissione di impulsi sono molto lunghe, occorrono delle correnti di impulso piuttosto importanti, non consentite dalla modesta potenza di rottura dell'interruttore a collettore e allora per risolvere il problema si ricorre ad un relais ausiliario S munito di opportuno soffiatore di scintille il quale ripete gli impulsi del collettore e li rinvia sulla linea. L'apparecchiatura senza relais ripetitore può servire per distanze fino a 1000 metri, l'altra più complicata permette trasmissioni a distanze praticamente grandissime.

Il sistema ad impulsi richiede due sorgenti di f. e. m., una in partenza, che può essere o una batteria di accumulatori o anche dei piccoli raddrizzatori a secco che permettono l'uso di corrente alternata, ed un'altra in arrivo che preferibilmente dovrebbe essere una batteria di accumulatori. Mentre il valore della tensione della prima sorgente di f. e. m. non ha influenza sulla misura, quello della seconda influisce nel senso che l'indicazione dello strumento ricevitore dipende con semplice proporzionalità dalla tensione stessa e quindi occorre avere la possibilità a mezzo di reostati o resistenze, di riportare sempre la tensione al valore prefissato di taratura.

Il sistema a frequenza di impulsi offre un grande numero di possibilità. Si può, ad esempio, totalizzare sia in arrivo, sia in partenza.

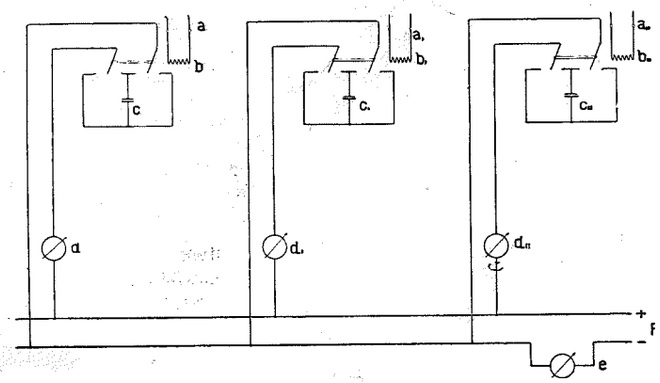


Fig. 9.

La totalizzazione in arrivo (vedi schema fig. 9) si opera inserendo opportunamente l'apparecchio nel circuito batteria condensatori in modo che sommi tutte le correnti ed è possibile la lettura di ciascuna delle grandezze totalizzate. Si può anche dividere la somma in gruppi, scegliendo come ripartitore una tavola a spina, infilando la quale si possono dividere come si vuole tutti gli elementi da totalizzare e per esempio, conoscere distintamente ciò che forniscono diversi sistemi di sbarre omnibus, ecc.

La totalizzazione in partenza può essere meccanica, se si vuole, e allora si potrà trasmettere solo l'indicazione della somma, oppure, specialmente se trattasi di sommare molti termini, si farà come già indicato per quella in arrivo, introducendo nel circuito dell'indicatore un contatore a corrente continua che possieda energia sufficiente per girare regolarmente sotto l'influenza degli impulsi della corrente di carica e disponendo sul motore un collettore che comanderà il relais di trasmissione per linee a forte distanza.

Si può ottenere pure la somma di somme, vale a dire si può, ad esempio, ottenere in un centro la somma delle potenze generate nei singoli centri di produzione, per ognuno dei quali si proceda alla somma delle produzioni di macchina.

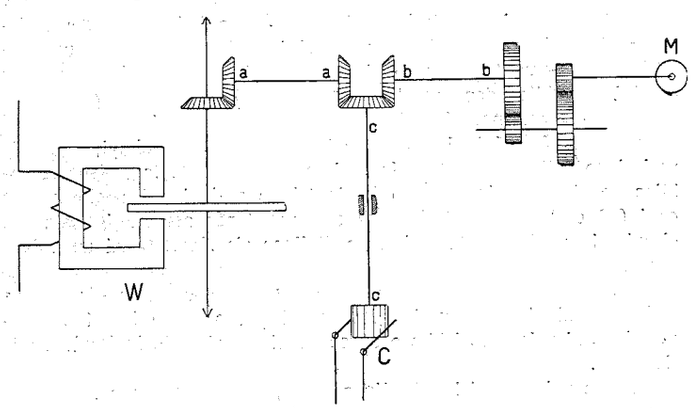


Fig. 10.

E' anche possibile ottenere l'indicazione nei due sensi con l'uso di un sistema differenziale (fig. 10), che abbia un asse a posto sotto il comando dello strumento di misura, il quale può girare nei due sensi, e l'altro asse b sotto il comando di un motore a velocità costante. L'asse risultante c comanda un collettore C che, se lo strumento di misura è fermo, ruoterà ad una certa velocità inviando un certo numero di impulsi per il quale l'apparecchio ricevitore avrà una posizione che si assumerà come zero intermedio. L'indicazione dell'apparecchio di

ricezione, che è identico a quello di una installazione normale, sarà in un senso o nell'altro a seconda che lo strumento di misura gira in un senso o nell'altro.

Mediante i medesimi condensatori di accoppiamento che servono per il sistema di telefonia ad onde convogliate, uno dei fili della linea di trasmissione di energia può essere usato per la trasmissione di misure col sistema a frequenza di impulsi.

I dispositivi che sono necessari per collegare gli apparecchi di misura a distanza alle linee ad alta tensione o a lunghe linee di tipo telefonico sono fondamentalmente gli stessi che si usano quando si tratta di telefonia.

Uno dei sistemi di protezione più adoperati è quello del collegamento a mezzo di trasformatori intercalati al principio o alla fine della linea. Quando oltre ai trasformatori agli estremi della linea occorra inserirne degli altri in serie e in un certo numero, anzichè corrente continua si userà corrente alternata a frequenza maggiore di quella industriale, per es. a 100 periodi.

Infine col sistema a frequenza di impulsi si possono anche adoperare le linee in multiplex col vantaggio di usare come linea di trasmissione per le misure la linea esistente per le comunicazioni telefoniche. Si può cioè utilizzare una coppia di conduttori simultaneamente per la misura a distanza e per la telefonia, esattamente come si può telegrafare e telefonare sulla medesima linea.

Il sistema basato sulla frequenza pura è adottato, pare con successo, solamente in America. Un contatore, le cui variazioni di velocità sono legate alle variazioni della grandezza da misurare, aziona un generatore a corrente alternata che produce una frequenza variabile, la quale al centro ricevitore viene segnalata da frequenziometri di tipo normale.

Infine dirò di un sistema originale di trasmissione senza uso di linea: quello cioè di Hollmann e Schulter per trasmettere misure a distanza ad alta frequenza usando un trasmettitore e un ricevitore radio. Il condensatore variabile del trasmettitore è solidale all'asse dell'apparecchio indicatore della grandezza da misurare, cosicchè ad ogni posizione dell'indice corrisponde una determinata lunghezza d'onda del trasmettitore. Il ricevitore a sua volta alimenta un indicatore di lunghezza d'onda sul cui quadrante possono quindi leggersi direttamente i valori delle misure effettuate al centro trasmettitore. L'indicatore di lunghezza d'onda merita di essere spiegato: esso consta di un disco solidale al condensatore variabile del ricevitore e portante una piccola lampada a luminescenza (tipo Glimm) la quale risplenderà soltanto in una sola posizione del condensatore, in quella posizione cioè in cui vi è sintonia tra gli apparecchi trasmettente e ricevente. Ricercare a mano per tentativi questa posizione sarebbe facile, ma si è voluto ottenerla automaticamente e per ciò molto ingegnosamente si è aggiunto un motore che mantiene in continua uniforme rotazione il condensatore, il disco e la lampadina dell'apparecchio ricevente.

In questo modo per la persistenza delle immagini visive sulla retina dell'occhio si ha una indicazione luminosa continua a distanza della corrispondente posizione dei due condensatori e quindi dell'indice dell'apparecchio che misura al centro trasmettitore.

Applicazioni dei sistemi ad impulsi, a frequenza e ad alta frequenza per misure a distanza non ne abbiamo nel Gruppo della Società Meridionale di Elettricità e non mi consta che se ne siano ancora effettuate in Italia.

Descritti così nel principio e in alcune pratiche applicazioni i sistemi in uso per la trasmissione di misure a distanza, cercherò di paragonarli tra di loro dal punto di vista tecnico e prescindendo da qualsiasi considerazione di costo, sia perchè non ne avrei gli elementi, sia perchè quando si studia e si esamina un caso concreto di applicazione la questione economica ha una grande importanza solamente a parità di scopi che si devono raggiungere e di risultati che si possono ottenere.

Alla relativa semplicità dei primi due sistemi fa riscontro una maggior complicazione del sistema a impulsi, però i primi due sistemi non sono adatti a funzionare a grandi distanze mentre il terzo sistema può prestarsi a distanze qualsiasi.

I sistemi a variazione di resistenza e di tensione sono influenzati dal valore della resistenza di linea mentre quello ad impulsi ne è assolutamente indipendente.

Mentre il sistema a variazione di tensione e quello a tempo di impulso sono indipendenti da sorgenti di f. e. m. esterne, non lo sono nè il sistema a variazione di resistenza nè quello a frequenza di impulsi, con l'osservazione che mentre il sistema a variazione di resistenza dipende da una sorgente di energia in partenza, il sistema a frequenza di impulsi dipende da una sorgente di energia in arrivo, il che è un vantaggio potendosi facilmente regolare la tensione occorrente all'atto in cui si fa la lettura degli apparecchi.

Tutti i sistemi si prestano alla totalizzazione, però quello a variazione di resistenza e quello a tempo di impulso possono solo permettere, con opportuni artifici, una totalizzazione meccanica, mentre gli altri sistemi a variazione di tensione e a frequenza di impulsi permettono agevolmente sia la totalizzazione meccanica che quella elettrica. Il sistema a frequenza di impulsi, oltre al funzionamento in multiplex su linee telefoniche protette, permette anche l'uso delle linee ad alta tensione ciò che non è possibile con gli altri sistemi.

Come delicatezza dei tre sistemi, mi sembra si possa dire che il più delicato è quello a variazione di tensione, perchè data la piccolezza delle correnti trasmesse di qualche milliampere, eventuali disturbi possono far assumere alla corrente valori molto più grandi dei normali di funzionamento, con pericolo di danneggiamento degli strumenti ricevitori. Nell'ordine vengono poi il sistema a frequenza di impulsi il cui punto debole mi sembra stia nell'interruttore e collettore, il sistema a tempo di impulso per il quale non mi pare semplice nè facile la messa a punto e la manutenzione del complesso dei relais e infine il sistema a variazione di resistenza o induttanza.

Il sistema a variazione di tensione, quello a tempo di impulso e quello a frequenza di impulsi permettono, i primi due più semplicemente, e il terzo con maggior complicazione, la segnalazione del senso dell'energia, mentre il sistema a variazione di resistenza non dà questa possibilità a meno di artifici meccanici alquanto complicati.

In conclusione si può dire che tutti i tre sistemi hanno avuto ed avranno numerose applicazioni, perchè negli infiniti casi in cui la trasmissione di misure a distanza è utile, necessaria o indispensabile, vi è posto per poter sfruttare le vantaggiose caratteristiche di ognuno. I pochi esempi che vi ho riferito e le molte applicazioni pratiche che sono a vostra conoscenza o per averle voi stessi attuate o per averle apprese dalla numerosa letteratura comparsa su questo argomento, confermano l'importanza del problema della trasmissione di misure a distanza, la passione con cui gli studiosi e i costruttori cercano e trovano sempre più geniali forme di esecuzione e il favore che queste produzioni incontrano presso gli esercenti di impianti elettrici.

Ed è giusto che sia così, perchè, oltre a tutti i già elencati vantaggi relativi alla regolarità del servizio, la soluzione del problema della trasmissione di misura a distanza è anche un grande contributo al raggiungimento di una razionale organizzazione ed utilizzazione del personale.

Infatti il concentramento delle misure trasmesse a distanza concorre a quel rispetto della scala dei valori, che è assolutamente indispensabile così come per la disciplina è indispensabile il rispetto della scala gerarchica.

Come il capitano ha sotto i suoi occhi nella cabina di comando tutti gli elementi per guidare la nave come si deve anche nella più avversa delle circostanze, così l'ingegnere che provvede all'esercizio di uno o più impianti deve avere sempre a portata di mano gli elementi per rimediare immediatamente e nel modo migliore a qualsiasi situazione anche la più difficile.

Come avete veduto, molto si è fatto e molto si sta facendo su questa strada, ma siamo ancora lontani dalla completa applicazione di questi principii, che certamente non mancherà col progredire della tecnica e col progredire dei tempi.

Nuovi prezzi a favore dei Soci delle Pubblicazioni dell'A. E. I.

RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.

Vol. I, 1922 – Riunione XXVII, Milano: *Produzione e distribuzione d'energia elettrica* (Volume di pagine 188 con 194 figure).

Vol. II, 1923 – Riunione XXVIII, Venezia: *Applicazioni dell'energia elettrica* (Volume di pagine 206 con 203 figure).

Vol. III, 1924 – Riunione XXIX, La Spezia: *La illuminazione elettrica e l'inerente distribuzione dell'energia* (Volume di pagine 262 con 280 figure).

Vol. IV, 1925 – Riunione XXX, Napoli: I. *Conversione di forma dell'energia elettrica.* — II. *Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici.* (Volume di pagine 216 con 204 figure).

Vol. VI, 1927 – Riunione XXXII, Como: : I. *Comunicazioni elettriche* — II. *Isolamento delle grandi linee* (Volume di pagine 352 con 581 figure). Ogni volume L. 12, franco di porto.

L'OPERA DI A. VOLTA: Vol. di pag. 633, ridotto a L. 12 il volume, franco di porto.

MONOGRAFIE.

1. U. Bordoni – I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche.
2. E. Bottani – La moderna matematica dei circuiti trifasi.
3. U. Bordoni – La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze.
4. R. San Nicolò – Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore.
5. G. Vallauri – Convertitori statici di corrente elettrica.
6. A. Barbagelata – La protezione contro le sovracorrenti.
7. C. Rimini – Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative.
8. G. Büchi – Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione.
9. L. Lombardi e G. Corbellini – Congresso Mondiale dell'Energia a Tokyo. Corrispondenze preliminari e riassunto dei lavori attinenti alla elettrotecnica.

La raccolta completa L. 33,— } franco di porto.
Ogni volume separato L. 5,— }

IL CENTENARIO DELL'INDUZIONE ELETTROMAGNETICA E L'OPERA SCIENTIFICA DI MICHELE FARADAY □ □ □ □

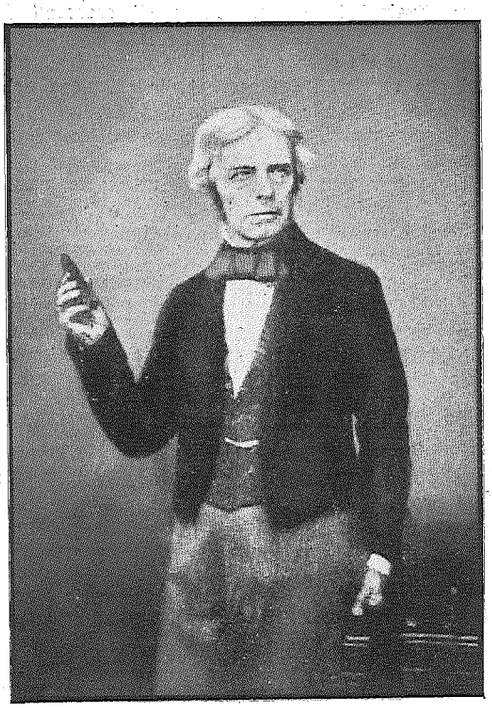
L. LOMBARDI

AEI **Comunicazione alla Sezione di Milano - 20 aprile 1931**

Traendo occasione dal prossimo centenario della Scoperta della Induzione Elettromagnetica, l'Autore ha tracciato un profilo biografico del grande Fisico inglese, e ne ha sommariamente analizzata la multiforme attività scientifica su la scorta delle più accreditate biografie scritte dai Suoi contemporanei e degli Atti della Royal Society, ove si contiene la mirabile Serie delle Sue ricerche sperimentali su l'Elettricità e il Magnetismo.

Premessa.

Sebbene il secolo attuale ci abbia abituati ai progressi più grandiosi della meccanica e della elettricità, onde ricevono impronta tutte le manifestazioni della vita civile e industriale, spetta a quello che lo precedette il vanto di averne dischiuso il campo meraviglioso attraverso alla memorabile invenzione di A. Volta, che le ricerche di Ampère contribuirono a valorizzare scientificamente, fornendoci le leggi fondamentali dell'elettrodinamica.



Michele Faraday (1791-1867).

La scoperta geniale di Oërsted nel 1820 aperse un nuovo orizzonte, stabilendo il primo legame fra le manifestazioni dell'elettricità in movimento e del magnetismo; ma a Faraday fu riservato il merito di rivelare undici anni dopo, attraverso metodiche esperienze, il nesso più intimo che regna fra le due categorie di fenomeni, e di mostrare come la corrente elettrica possa generarsi per induzione magnetica, con che fu posta la pietra fondamentale di tutta la elettrotecnica moderna.

L'Inghilterra si apparecchia a celebrare nella forma più solenne il primo centenario della gloriosa scoperta, per cui ha diramato gli inviti a tutte le Accademie e Corpi scientifici del mondo. La nostra Associazione, che ha già designato a rappresentarla in tale occasione S. E. Guglielmo Marconi, rievocando in questa sede la nobile figura, intende associarsi alle onoranze grandiose che saranno rese alla Sua memoria.

Sebbene il discorso sia intitolato all'opera scientifica di Faraday, non è possibile tacere completamente la Sua vita privata, le cui origini modeste, vinte dalla tenacia della volontà, hanno impresso in Lui quel carattere austero che, unito alla potenza dell'intelletto ed all'acuta intuizione, ne fecero la personalità più luminosa del Suo tempo.

Ne scrissero già a brevissima distanza dalla Sua morte uomini preclari, che ebbero con Lui consuetudini di lavoro e assistettero ai suoi trionfi, come Bence Jones, Segretario della *Royal Institution*, J. H. Gladstone suo collega e Tyndall suo successore. Cl. Maxwell ne tessè più tardi il profilo nella Enciplopedia Britannica e G. Kahlbaum e F. Darbishire ne raccolsero nel 1899 il voluminoso epistolario, scambiato con Schoenbein; Silvanus P. Thompson ne dettò verso la stessa epoca una lunga biografia, tradotta in tedesco da A. Schütte e H. Danneel. Nel 1908 A. Naccari, mio Maestro, e professore di Fisica sperimentale nella Regia Università di Torino, ne ha riassunto per uso dei Fisici italiani la vita, e analizzato a grandi tratti l'opera originale. Il libro più recente sul medesimo soggetto venne pubblicato a Londra da R. Appleyard col titolo *Tribute to M. Faraday*, e prevedibilmente molti altri scritti saranno nel corso di quest'anno ad esso consacrati.

Mano a mano che ci allontaniamo dalla Sua scomparsa, il giudizio sui lavori diventa naturalmente più sintetico e oggettivo, in quanto può astrarre dagli elementi secondari, che a loro tempo richiamarono l'attenzione degli studiosi per la loro novità, e per l'autorità della fonte onde provenivano, pur senza assumere importanza fondamentale. L'esame può concentrarsi così sopra quelle parti, che ebbero maggiore ripercussione nello svolgimento del pensiero scientifico, di cui l'Autore si mostrava esclusivamente preoccupato, ovvero spianarono la via alle più grandose applicazioni industriali, anche se per queste Egli non aveva mai dimostrato eccessivo interesse.

Cenni biografici.

Nacque M. Faraday il 22 settembre 1791 a Newington Butts presso Londra, terzogenito nella famiglia di un modesto fabbro ferraio, colà trasferitosi dalla Contea di York, e non ricevette da una maestra privata, se non i primi rudimenti del leggere e dello scrivere; per la inqualificabile severità di essa, Egli abbandonò la Scuola col consenso dei Genitori, e ne conservò doloroso ricordo per tutta la vita.

All'età di 13 anni fu collocato a garzone presso un buon cartolaio, che gli affidò dapprima il compito di distribuire i giornali, ma poi lo assunse come apprendista gratuito, e gli insegnò la rilegatura dei libri. Mentre attendeva al mestiere, il giovane operaio cominciò a leggere durante le ore di riposo le opere che aveva per mano; particolare attrattiva esercitarono sopra di Lui le « *Esperienze sulla Elettricità* » del Lyon e alcuni libri elementari di chimica, per gli autori dei quali nutrì poi sempre un sentimento di venerazione. Imparò così a costruirsi la prima macchina elettrostatica, che oggi si conserva fra i cimeli nella *Royal Institution*, unitamente a parecchi libri da Lui rilegati, ed a molti registri delle Sue ricerche sperimentali.

Mediante una tassa di pochi scellini, versata dal fratello maniscalco, ottenne l'iscrizione a un breve corso di lezioni serali, impartite dal Prof. Tatum, e ne raccolse e illustrò gli appunti, che rilegò in quattro volumi, e offerse in segno di riconoscenza al Suo maestro d'arte. Strinse ivi fraterna amicizia con Beniamino Abbott, che divenne il Suo maggiore confidente, e scambiò con lui una lunga corrispondenza epistolare, la quale, in parte pubblicata dal Dr. Jones, commuove per la sua ingenuità, mentre rivela la precoce intelligenza del Suo autore.

Un pittore francese, profugo dagli orrori della Rivoluzione, e ospite del libraio, prese affetto per il giovane garzone, che disimpegnava anche i modesti servizî di pulizia in camera sua, e Gli fornì libri e apprese a disegnare apparecchi scientifici. Il Sig. Dance, membro della *Royal Institution*, frequentatore della bottega, Gli diede modo di assistere colà a quattro lezioni del Davy nella primavera del 1812, e questa circostanza ebbe un seguito memorabile in tutta la sua vita.

Racconta infatti il Faraday nei Suoi cenni autobiografici che, durante tali lezioni, prese molte note, le quali gli servirono per redigerne il sunto, e vi aggiunse parecchie figure, disegnate nel miglior modo che gli fu possibile. Ultimato il tirocinio di rilegatore, e acceso dal desiderio di trovare un'occupazione, che gli permettesse di occuparsi di questioni scientifiche, nel dicembre di quell'anno, incoraggiato dal Dance, scrisse al Davy, chiedendogli un posto alla *Royal Institution*, e inviandogli il manoscritto delle quattro lezioni che ivi aveva ascoltate, rilegato di Sua mano (fig. 1). Il grande chimico, che si trovava allora all'apogeo della sua gloria e nel fiore dell'età, diede prova di singolare chiaroveggenza nel giudicare il giovane aspirante; dopo averlo brevemente tenuto con sè come segretario, ne propose al Consiglio Direttivo la assunzione come inserviente nel suo laboratorio con la paga settimanale di 25 scellini e due stanze per alloggio.

Tale posto Gli venne conferito con decisione del 1° marzo 1813,

con l'obbligo di aiutare i professori nella preparazione delle esperienze e durante le lezioni, di trasportare gli strumenti ed effettuarne la pulizia. In verità Egli ottenne ben presto di partecipare attivamente alle esperienze, e, per migliorare la Sua istruzione, entrò a far parte della « *City Philosophical Society* » fondata nel 1808 dal Tatum, i cui membri, in numero di poche diecine, si adunavano una volta per settimana a discutere di cose scientifiche ed ascoltare conferenze.

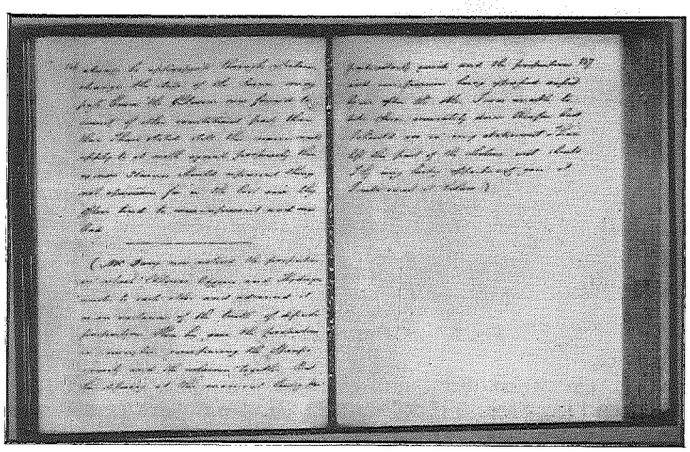


Fig. 1. — Riassunto manoscritto delle lezioni di Davy.

Nel settembre del 1813 Davy propose a Faraday di accompagnarlo in un viaggio all'estero, che avrebbe potuto durare due o tre anni, conservando il diritto al posto nel laboratorio, e Faraday accettò. Di quel viaggio, che certamente costituì uno degli episodi più memorabili della Sua vita, Egli imprese fin dal primo giorno a redigere un diario accurato, che contiene molte osservazioni interessanti, e giudizi sugli uomini e le cose visitate. Forse questi giudizi non sono tutti egualmente ponderati ed equanimi; ma fanno fede della profonda onestà del Suo animo, ribelle a ogni forma di asservimento e di ingiustizia.

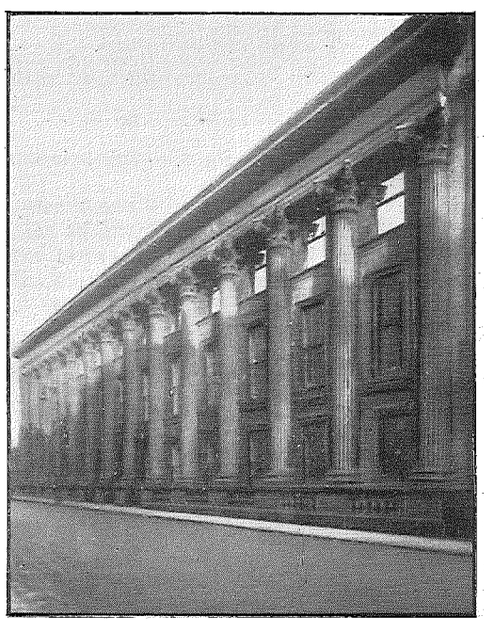


Fig. 2. — La Royal Institution.

Egli conobbe in tale occasione parecchi dei più grandi scienziati d'Europa; Ampère, Arago, Clément e Desormes, Dumas e Gay Lussac in Francia; gli Accademici del Cimento a Firenze, in presenza dei quali fu eseguita la combustione del diamante nell'ossigeno mediante la lente ustoria del Granduca di Toscana; Volta a Milano; Carlo de la Rive a Ginevra, dove col giovane figlio di lui, Augusto, strinse cordiale amicizia. Dei Suoi rapporti col proprio mecenate non ebbe mai a lagnarsi; del carattere autoritario della giovane e ricca consorte di lui riportò invece impressioni penose, cui diede sfogo nella fraterna corrispondenza con l'Abbott. Al ritorno ebbe alla *Royal Institution* il grado di assistente con un piccolo aumento di stipendio.

La sorte del giovane studioso rimase così legata definitivamente a questo Istituto, creato nel 1799 come Società privata dal Conte di Rumford in due case di Albermale Street, dove ancor oggi ha sede, e riconosciuto per decreto reale con la finalità di « diffondere il sapere « e agevolare la generale conoscenza delle invenzioni meccaniche utili « e dei perfezionamenti, e di insegnare per mezzo di lezioni speri- « mentali l'applicazione della Scienza ai fini pratici della vita ». L'Istituto partecipa così dei caratteri dell'Accademia e di quelli dell'Università; pubblica scritti scientifici, ha professori propri, possiede musei, laboratori, ed una ricca biblioteca. Esso aveva già dato i primi sprazzi di luce per opera del Davy, chiamato da Bristol a insegnarvi la Chimica; ma visse poi alcuni anni in condizioni economiche assai difficili, e solo più tardi, attraverso le celebri scoperte di Faraday, assurse a notevole splendore. Nel 1838 l'edificio acquistò un aspetto maestoso, con la facciata a grandi pilastri di stile greco (fig. 2), e nel 1896 vennero costruite le ampie sale del Laboratorio Davy-Faraday mercè la generosità di Luigi Mond.

Dopo i lavori di quei due pionieri, aggiunsero lustro alla Istituzione quelli di Tyndall sul calore raggiante e sul magnetismo, e quelli di Frankland, Odling e Gladstone; Rayleigh vi scoperse l'argon, e Dewar vi eseguì le celebri esperienze su la liquefazione dei gas.

Fig. 3. — I Coniugi Faraday.

Le lezioni vi sono impartite, parte per i ragazzi, parte per adulti, con carattere monografico sopra argomenti di particolare attualità, e sempre affidate a professori dell'Istituto, ovvero a uomini eminenti estranei ad esso, che ne assumono l'incarico come un grandissimo onore.

Al ritorno dal suo viaggio nel 1815 il Davy non riprese ivi la cattedra, essendo occupatissimo nel perfezionamento della sua lampada di sicurezza; il Faraday, non peranco assurto a posizione di grande responsabilità, si accinse con tutte le sue forze a migliorare le sorti dell'Istituto pericolante. Datano dal 1816 le Sue prime ricerche originali, che videro la luce nel *Quarterly Journal of Science,* e trattano dell'analisi di calce caustica e delle combinazioni del cloro: gas che Egli per il primo riuscì a liquefare. A quella stessa epoca Egli assunse l'incarico di insegnare chimica nella *City Philosophical Society*. In una conferenza di carattere pedagogico, ivi tenuta nel 1818, si trova profilato il primitivo concetto che Egli si era formato dell'uomo di scienza, inteso al perfezionamento proprio ed al miglioramento dei suoi simili:

« L'uomo è un essere, atto a migliorare sè stesso. A differenza « del mondo animale che lo circonda, e che rimane in uno stato co- « stante, esso varia continuamente, ed una delle sue più nobili pre- « rogative è questa: che, anche quando esso si trova in una delle « posizioni più alte, ha tuttavia facoltà di elevare ancora sé stesso.

« Noi veniamo posti dal Creatore in un certo stato, che è deter- « minato dalle condizioni della società preesistente e dalle leggi na- « turali. Così cominciamo la nostra carriera. La via è lunga;... la « perfezione è la mèta; ma questa è sempre remota, e si allontana « tanto più, quanto più camminiamo. Però ogni passo compensa la fa- « tica sostenuta per farlo, e cresce sempre la messe di cognizioni e « di compiacenza che raccogliamo ».

Nel 1819 Faraday venne proposto da Davy, per la sua singolare

perizia chimica e abilità sperimentale, alla delicata operazione di apertura e srotolamento dei vecchi papiri di Ercolano.

Nel giugno 1821, all'età di trent'anni, superando antiche prevenzioni, manifestate contro il matrimonio, Faraday sposò Sara Barnard, figlia di un orefice, anziano nella Chiesa Sandemaniana, a cui Egli stesso apparteneva, e l'unione, pur senza prole, durò felice fino alla morte. Di essa parla Tyndall così: « Io credo che non vi sia mai stato « amore più forte, più puro e più costante. Come un limpido dia- « mante, esso continuò a mandare per 46 anni la sua bianca purissima « luce ». (Fig. 3).

In quel tempo Faraday fu promosso Ispettore dell'Istituto e del Laboratorio, e iniziò le sue esperienze di elettromagnetismo, dopo che su questo argomento era stata richiamata l'attenzione degli studiosi dalla celebre esperienza di Oërsted e dai classici lavori di Ampère. Riuscì così pel primo fin dal 1821 a produrre la rotazione d'un polo magnetico attorno a un filo, percorso dalla corrente, e di questo intorno a una calamita, che Wollaston aveva due anni prima preconizzato, ma non era riuscito a dimostrare; in un recipiente d'aria rarefatta deformò l'arco prodotto da una pila di 2000 coppie mediante una calamita esterna, preludendo al fenomeno di rotazione più elegante, osservato più tardi con una calamita assiale dal De la Rive; deviò del pari con una calamita esterna un circuito galleggiante, e mise in evidenza la rotazione continua di un filo attraversato da corrente per effetto del campo terrestre.

Nel 1823 venne proposta la Sua candidatura alla *Royal Society*, di cui era presidente il Davy, e, sebbene questi non avesse creduto di accordarle il suo appoggio, la elezione riuscì brillantemente con un solo voto contrario. Malgrado questo, Farady conservò sempre per il suo Maestro la più profonda gratitudine e riverenza, e male tollerò che altri mancasse di rispetto alla sua memoria.

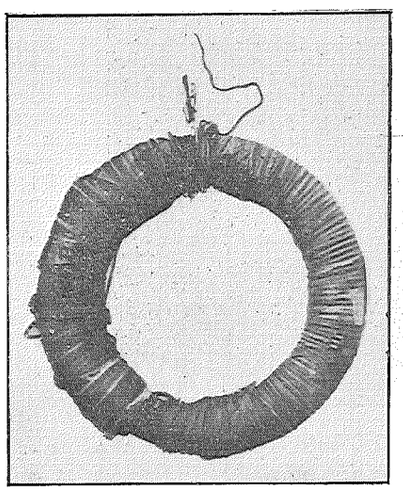


Fig. 4. — Lo storico anello su cui venne eseguita la scoperta dell'induzione elettromagnetica.

Nel 1825 Davy stesso propose che Faraday venisse promosso al grado di Direttore di Laboratorio. Nel 1828 Questi pubblicò un volume « *Chemical Manipulations* », che ebbe nel 1830 la seconda e nel 1840 la terza edizione. Rifiutò peraltro la Cattedra di Chimica nella Università di Londra, per non distrarre le sue forze dalla Istituzione che lo aveva accolto, e avviato alla carriera scientifica.

Nel 1828 fu incaricato di studiare praticamente la composizione e fabbricazione di varie qualità di vetro, allo scopo di perfezionare quello usato negli strumenti ottici, e ne ricavò quel *vetro pesante*, che fu poi usato in altri studi e nella costruzione dei microscopi.

Nel 1831, salito già in fama mediante le sue numerose invenzioni, e tenuto dallo stesso Ampère in grandissima considerazione, iniziò il periodo della più grande attività nel campo della elettricità, e ne raccolse come primo frutto di valore inestimabile la scoperta della induzione elettromagnetica, che dischiuse un orizzonte completamente nuovo per la produzione della corrente elettrica. Essa venne eseguita il 28 agosto di quell'anno mediante un anello di ferro, su cui erano avvolti due circuiti: uno collegato a un galvanometro e l'altro a una pila. Chiudendo quest'ultimo, l'anello si magnetizzava, e l'altro circuito era percorso da una corrente di brevissima durata, che il galvanometro rivelava con una certa deviazione; aprendo il primo circuito, si produceva nel secondo una corrente di direzione contraria, e il galvanometro subiva una opposta deviazione.

Fu questa la prima osservazione di una corrente fuori del circuito voltaico, ed, a confermarne l'importanza, basta ricordare che tutta la produzione industriale della energia elettrica nelle grandi centrali, e la sua molteplice trasformazione per adattarla alle esigenze della trasmissione e distribuzione, si effettua ancor oggi mediante macchine rotanti e apparecchi statici, appoggiati su quel principio. A chi chiedesse se il valore intrinseco di tale scoperta sia maggiore di quello della invenzione di Volta, non sarebbe possibile rispondere, come osservò A. Naccari, perchè, senza la corrente della pila, non sarebbe avvenuta l'osservazione di Oërsted, nè si sarebbero probabilmente eseguite le classiche esperienze di Faraday, che condussero alla scoperta della induzione elettromagnetica.

Di quali mezzi semplicissimi e quasi rudimentali Faraday si servisse nelle sue ricerche, risulta dalla veduta dei suoi Cimeli, gelosamente conservati nel Museo della *Royal Institution*, di cui il Segretario Generale mi ha gentilmente fornito varie fotografie.

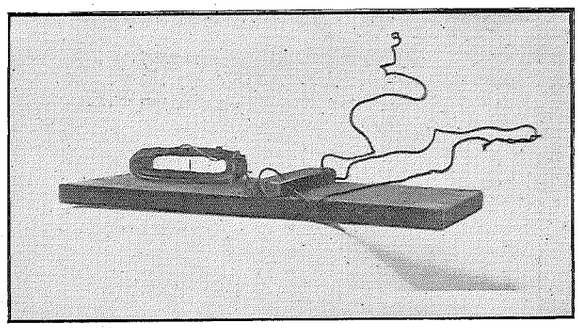


Fig. 5. — Galvanometro balistico.

L'anello storico, mediante il quale venne eseguita la prima esperienza su l'induzione, è riprodotto nella fig. 4 e il galvanometro nella fig. 5. La descrizione dell'esperienza e lo schizzo originale dell'apparecchio sono iscritti di pugno di Faraday nel registro delle sue osservazioni sotto la data del 29 agosto. La collezione di questi registri comprende parecchi volumi, in parte rilegati di sua mano, ove il grande inventore annotò giorno per giorno dal 1831 al 1860 i risultati delle sue esperienze.

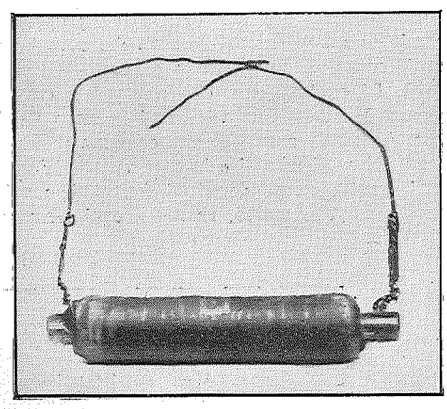


Fig. 6. — Spirale indotta.

Nella fig. 6 si vede la spirale cilindrica, nella quale venne per la prima volta indotta una corrente mediante la introduzione di una sbarra magnetizzata. La fig. 7 riproduce l'insieme degli apparecchi, che servirono nel 1833 alle prime esperienze di elettrolisi, e la fig. 8 quelli mediante i quali venne paragonato il potere induttore specifico di varie sostanze dielettriche nel 1837.

Nella fig. 9 è riprodotta da due disegni, che si conservano nel Museo Scientifico di South Kensington, una elettrocalamita a toro, e la grande calamita permanente, fra i cui poli Faraday fece girare il disco della prima macchina omopolare.

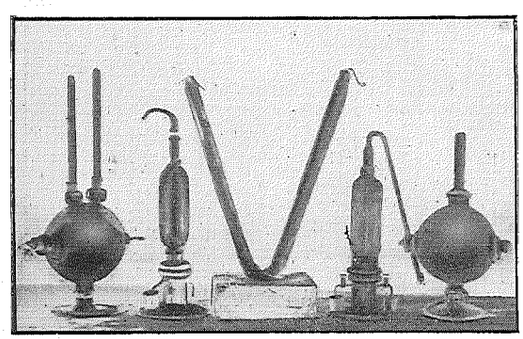


Fig. 7. — Apparecchi elettrolitici.

Nel 1832 la Società Britannica per il progresso delle Scienze, riunita a Oxford, conferì a Faraday ed a tre altri Scienziati il diploma di Dottore in Diritto civile, non senza opposizione dei Teologi di quella Università, i quali male tollerarono il riconoscimento dei meriti scientifici di individui non appartenenti alla Chiesa Anglicana.

Al diffondersi della Sua fama molte altre Corporazioni scientifiche gareggiarono nel tributare a Faraday i meritati onori, e la Pontificia Accademia delle Scienze, i Nuovi Lincei, restaurata nell'anno 1847 dal Sommo Pontefice Pio IX, nell'adunanza del 17 novembre 1850 lo no-

minava Socio corrispondente, essendo Presidente il Principe Odescalchi e Protettore il Cardinale Camerlengo Riario Sforza, i quali bene interpretarono quello spirito di religiosa tolleranza, che la Romana Accademia ha costantemente professato ad universale ammaestramento ed edificazione.

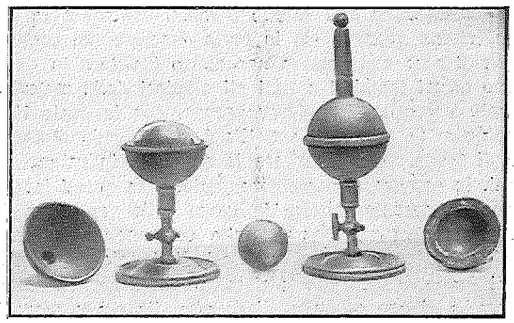


Fig. 8. — Esperienza sui dielettrici.

Tali distinzioni, spontaneamente conferitegli dai maggiori esponenti della cultura scientifica, ebbe Faraday in gran conto, e pochi uomini del Suo tempo ne raccolsero messe così abbondante. Si mostrò invece alieno dall'accettare cariche di carattere prevalentemente formale, per cui declinò la candidatura offertagli per la Presidenza della *Royal Society* e più tardi anche quella della *Royal Institution,* sebbene a questa appartenesse da quasi 50 anni.

Fu poco curante della ricchezza, di cui, in omaggio ai suoi principii religiosi, largì ai meno abbienti quanto era soverchio pei modesti bisogni personali e familiari; non chiese un solo brevetto per le sue numerose invenzioni, e rinunziò per il bene dell'Istituzione che lo ospitava a proficui lavori e beneficii professionali. Una pensione, proposta dai suoi amici, e offertagli da Lord Melbourne in forma poco delicata, venne da Lui respinta, e solo Egli si indusse ad accettarla, quando l'Uomo di Governo di mostrò lealmente addolorato di avere offesa la Sua suscettibilità.

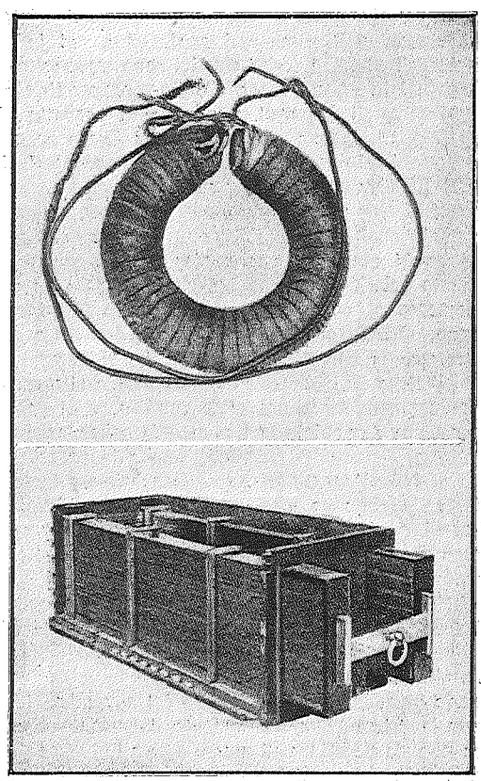


Fig. 9. — Elettrocalamita a toro e grande calamita permanente.

Nel 1841 sentì fortemente indebolirsi la memoria, e sofferse di vertigini, per cui fu costretto a interrompere per un lungo periodo di tempo i suoi studii sperimentali. Li riprese nel 1845 lavorando dapprima per vari mesi su la liquefazione dei gas, e poi nel settembre eseguendo le celebri esperienze su la rotazione del piano di polarizzazione della luce per effetto di un campo magnetico, che Gli diedero grande soddisfazione, fornendo la conferma di un fenomeno di cui Egli aveva da parecchi anni intuita la esistenza, ma non era prima riuscito ad ottenere la prova conclusiva. L'esperienza riuscì felicemente, dopo molti tentativi infruttuosi su altre sostanze, operando sul vetro pesante, di cui Egli stesso aveva per altri scopi ideata la composizione, e impiegando una potente elettrocalamita con l'aiuto della quale Egli osservò sopra una sbarra del medesimo vetro l'orientamento equatoriale nel campo, e mise in evidenza per una gran numero di sostanze il fenomeno diamagnetico, che eccelle tipicamente nel bismuto. Per tali scoperte Gli vennero aggiudicate nel 1846 la medaglia reale e quella Rumford, che mai prima erano state conferite alla medesima persona.

Nel 1847 studiò le proprietà magnetiche delle fiamme e dei gas; nel 1848 quelle dei cristalli, per la prima volta osservate dal Plücker, e quelle della guttaperca come isolante dei conduttori elettrici. Nel 1850 tentò invano di scoprire una relazione fra i fenomeni elettrici e quelli di gravità, alternando periodi di ansiosa ricerca con altri di forzato riposo. Nel 1853 spezzò una lancia contro l'epidemia dello spiritismo, allora in voga, nelle cui manifestazioni riconobbe palese il carattere della mistificazione.

Nel 1854 studiò i fenomeni elettrici, che avvengono nei fili metallici isolati di grande lunghezza, immersi nell'acqua, onde il Field trasse incoraggiamento nella posa del primo cavo sottomarino fra l'Europa e l'America. Nel 1855 pubblicò l'ultima serie delle Sue Ricerche Sperimentali, che porta il N. XXX, e tratta della forza magneto cristallina in mezzi diversi, e della influenza su di essa esercitata dalle variazioni di temperatura.

Nel 1856 si occupò dell'applicazione della luce prodotta con macchine magneto elettriche alla illuminazione dei fari. Nel 1857 sperimentò ancora su la velocità di propagazione delle azioni magnetiche, senza giungere a risultati positivi.

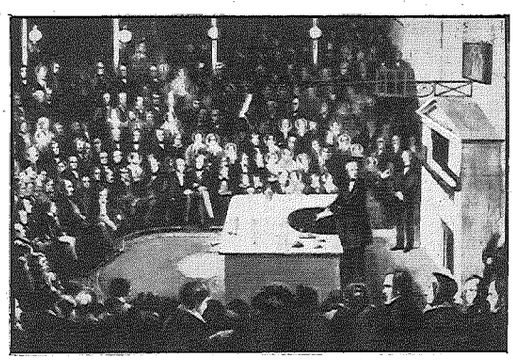


Fig. 10. — Lezione di Faraday.

Nel 1858, per la benevolenza del Principe Consorte, che aveva grandemente imparato a stimarlo ascoltando parecchie delle Sue lezioni, la Regina Vittoria Gli offerse una casa tranquilla in Hampton Court, dove Egli trascorse in seguito lunghi periodi di riposo. La fig. 10 mostra l'interno dell'Anfiteatro della *Royal Institution* in occasione di una delle lezioni di Faraday, impartita alla presenza del Principe Alberto.

Nel 1860 Egli tenne ivi l'ultimo corso per i ragazzi; nel 1861 offerse agli Amministratori dell'Istituto, per ragioni di salute, le proprie dimissioni da Direttore, che per altro non vennero accettate.

Nel 1862 tentò ancora senza risultato di mettere in evidenza mediante lo spettroscopio l'azione di un forte campo magnetico su la luce polarizzata dei vapori di sodio e di litio, che solo 34 anni dopo veniva scoperta da Zeeman con mezzi più adatti. Il 20 giugno di quell'anno Faraday tenne alla *Royal Institution* la sua ultima conferenza sui forni a gas di Siemens, che non potè ultimare senza grandissima fatica. Nel 1865 Egli lasciava definitivamente l'Ufficio di Direttore, e, pur dividendo il suo tempo fra la casa di campagna e l'*Institution,* per la quale sentiva ancora tanto attaccamento, vide con grande rassegnazione affievolirsi giorno per giorno le sue forze.

Il 25 agosto 1867, per l'inesorabile progresso della paralisi, Egli si spense placidamente nel suo studio, circondato dall'affetto dei familiari. Per suo espresso volere la salma, cui spettava di diritto un posto nel famedio degli Uomini illustri, venne deposta senza alcuna pompa nel cimitero di Highgate, e coperta d'una pietra, che ricorda semplicemente il suo nome e le date estreme della vita laboriosa!

Così quel sentimento di profonda umiltà, che aveva ispirato ogni atto della sua esistenza, lo accompagnò fino alla tomba, oltre la quale era schiusa la visione di una pace più duratura di quella terrena. Con la stessa tranquillità di coscienza e illimitata fiducia in Dio, creatore e reggitore dell'Universo, già Egli aveva superato vittoriosamente le altre prove, riserbate al suo spirito ardente.

Quando la piccola Comunità, ove attendeva fin dagli anni gio-

vanili alle pratiche del culto, volle con malintesa intransigenza punirlo di aver mancato a un servizio domenicale in ossequio ad un invito della Regina, destituendolo dal grado di Anziano, Egli fece senza recriminazione l'atto di obbedienza, riprendendo modestamente il posto di gregario fra i suoi compagni di fede.

E quando il Cardinale Wiseman, lustro della Chiesa Cattolica, cui Egli venne presentato dall'Abate Moigno, lo interpellò se fosse intimamente persuaso che tutta la Chiesta di Gesù Cristo, santa apostolica e romana, fosse racchiusa nella piccola setta che Egli dirigeva, rispose: « Oh no; ma io credo dal fondo dell'anima che Cristo è con noi! ».

Così quello Spirito eletto, il quale con potente intuizione e indagine sottile aveva strappato il velo che nascondeva tante luci di verità, rifiutando a Sè stesso ogni facoltà di critica religiosa, appagava la Sua coscienza osservando con l'ingenuità del fanciullo le severe tradizioni dei Suoi padri; ciò non pertanto, con la innata bontà e la illibatezza dei costumi, con la carità operante a sollievo di tutti i dolori e le miserie altrui e col sereno abbandono alla Provvidenza Divina, ben si può dire che Egli praticasse in sincerità di aspirazioni le virtù che sono il cardine della morale cristiana!

L'opera scientifica.

Sebbene un cenno di questa si sia già fatto sulle pagine precedenti, rievocandone i momenti più importanti, sembra opportuno riportare su di essa ancora uno sguardo sintetico per metterne in evidenza i principali risultati, secondo l'importanza che hanno avuto nello svolgimento della scienza e nelle pratiche applicazioni.

Silvanus P. Thompson, che ebbe famigliarità con i primi biografi e con discendenti diretti di Faraday, ed A. Naccari, che studiò sistematicamente l'attività scientifica di Lui, la distinguono cronologicamente in tre periodi principali.

Il primo di essi si estende dal 1816 al 1830, e costituisce, per modo di dire, il periodo di formazione intellettuale del nuovo Scienziato, avido di apprendere e chiarire tutti i fenomeni nuovi, e desideroso di contribuire allo sviluppo di quelle discipline, in cui avevano eccelso i Suoi Maestri. Esso si apre con alcuni modesti lavori di analisi, e comprende note preliminari sopra svariati argomenti di chimica e fisica sperimentale, che videro la luce nel *Quarterly Journal of Science,* preludendo a quelle più importanti pubblicate in seguito nei *Proceedings of the Royal Society.*

Un gruppo di quelle note tratta dell'efflusso dei gas attraverso ai tubi capillari, della combustione del diamante, dei suoni prodotti dalle fiamme nei tubi, di alcuni acciai e leghe metalliche, della volatilizzazione del mercurio e della liquefazione dei gas, della preparazione di alcuni idrocarburi. Alcune descrivono le esperienze preliminari su le azioni elettromagnetiche e magnetoelettriche, eseguite in seguito alla scoperta di Oërsted e a conferma della teoria di Ampère.

Il secondo periodo, di gran lunga più fecondo di importanti risultati scientifici, comprende la parte più originale e rimarchevole delle Sue ricerche sperimentali su la elettricità, e si estende dal 1831 al 1839, quando le aggravate condizioni della salute lo obbligarono a un lungo intervallo di riposo. Il terzo periodo va dal 1844 al 1860, e serve di coronamento ai precedenti, in quanto varie ricerche importanti, prima interrotte, vennero nuovamente riprese, e altre iniziate e compiute sopra argomenti affini. Il complesso di quelle ricerche venne presentato alla Società Reale di Londra in trenta serie successive, che costituiscono un'opera monumentale, e furono dall'Autore stesso raccolte in tre poderosi volumi, pubblicati il primo nel 1839 e gli altri due nel 1855.

La scoperta della induzione non venne effettuata a caso, ma preparata con un lunghissimo periodo di meditazione.

Fin dal tempo della scoperta di Oërsted e delle esperienze di Ampère, Faraday aveva in verità cercato di stabilire la relazione inversa di quella elettromagnetica messa in evidenza dal fisico danese, ritenendo che, come la corrente agisce su la calamita, variandone la magnetizzazione, così questa dovesse reagire su quella, modificandone l'intensità. L'idea di poter « *convertire il magnetismo in elettricità* », che Egli già aveva posto a programma delle Sue esperienze infruttuose del 1822 e del 1825, era ancora in Lui così radicata ed assillante, da indurlo a portare nel Suo abito un piccolo modello di elettromagnete, costituito da un nucleo di ferro e sovrapposta spirale di rame, ed a meditare sopra di esso in tutti i momenti di libertà, a fine di scoprire il nesso desiderato. Ampère, De la Rive, Fresnel non erano in questa ricerca stati più fortunati. Arago nel 1824 aveva pel primo osservato l'azione smorzante di un disco di rame sopra un ago magnetico, che oscillava nella sua vicinanza, ma l'aveva attribuita a tracce di ferro esistenti nel metallo, la cui presenza venne peraltro esclusa dalle analisi di Dumas. Con un criterio di analogia egli aveva allora concepito e realizzato la celebre esperienza, che porta il suo nome, della calamita trascinata dal moto del disco; ma anche di questa nessuna spiegazione attendibile era stata trovata, sebbene Herschel e Babbage avessero dimostrato che l'elemento determinante del fenomeno era la conduttività elettrica della sostanza, e che tagli radiali eseguiti nel disco ne paralizzavano l'efficacia.

Nell'estate 1831 riprese Faraday per la quarta volta i suoi esperimenti, e questa volta essi furono coronati dal successo. Le modalità dell'esperienza vennero già in parte descritte nel capitolo precedente, e su di esse non sembra necessario insistere in questa sede, poichè sono ormai familiari a tutti gli studiosi della materia.

Notevole è peraltro la chiaroveggenza, con la quale l'Autore ne seppe modificare le principali condizioni, sostituendo al toro di ferro un anello di legno, per dimostrare la semplice induzione mutua fra due circuiti, in assenza di nucleo magnetico; fra questi facendo intervenire uno spostamento relativo in luogo della variazione della corrente primaria; operando con calamite permanenti su circuiti privi di ogni altra sorgente di f. e. m. Così Egli sciolse definitivamente l'enigma di Arago, e mediante la classica esperienza del disco, rotante fra le estremità di una calamita, diede vita alla prima macchina omopolare, atta a fornire corrente continua a spese di lavoro meccanico senza alcuna commutazione.

In quella prima serie memorabile di ricerche, comunicata alla *Royal Society* il 24 novembre 1831, sono introdotti per la prima volta il concetto e la definizione delle *linee di forza magnetiche,* che oggi più correttamente denominiamo *linee di induzione;* esse ebbero grande importanza nello studio dei fenomeni analoghi, intrapreso ulteriormente dal Faraday, e ne fornirono la corretta interpretazione astraendo da qualsiasi indagine analitica. Tradotte in forma matematica dal genio di Maxwell, le idee di Faraday apparvero solamente più tardi in tutto lo splendore della loro semplicità, ma non acquistarono perciò, per dichiarazione stessa di Maxwell, più grande rigore; perciò questi, di cui si commemora quest'anno il centenario della nascita, a distanza di mezzo secolo poteva ancora affermare che la legge di Faraday non soffriva eccezione, in quanto essa nulla asseriva che non potesse dimostrarsi con l'esperienza, e perciò doveva considerarsi come una espressione matematica esatta, pur senza uscire dal linguaggio elementare.

E' nota ai colleghi, che coltivano questi studi, la serie delle obbiezioni, sollevate più tardi senza fondamento contro la validità di quella legge da C. Hering e A. Blondel, dalle quali originò una polemica assai vivace, protrattasi vari anni, ed a cui io stesso ebbi occasione di partecipare. Gli scritti relativi sono troppo recenti, perchè occorra richiamarli in questo luogo (1). Basterà perciò ricordare che l'enunciato primitivo di Maxwell, conforme al concetto di Faraday, ragguaglia la f. e. m. indotta al gradiente del flusso concatenato, ma vale senza eccezioni solo per i circuiti invariabilmente chiusi, sui quali esclusivamente Faraday ha esperimentato.

Per i circuiti che non soddisfano a quella condizione, il flusso concatenato perde ogni significato fisico, e la sede della f. e. m. deve ricercarsi in quelli elementi, che subiscono nel campo d'induzione uno spostamento relativo, onde la grandezza di essa va commisurata per ogni elemento al numero di linee unitarie intersecate in ogni unità di tempo. Questo enunciato, del quale per parte mia ho cercato di dimostrare la completa generalità, ha il vantaggio di riportare la considerazione su l'integrale della induzione attraverso la superficie generata dal conduttore nel moto relativo, e si accorda con la teoria moderna, che attribuisce la f. e. m. alla sollecitazione del campo sopra gli elettroni con quello vincolati. Anche in presenza di circuiti fissi le linee di induzione assumono nello spazio un moto relativo in quanto, originando dalle correnti, devono espandersi verso l'esterno allo stabilirsi di queste e contrarsi all'atto della interruzione, come Faraday stesso aveva bene concepito.

Un gruppo interessante di ricerche fece seguito a quelle prime, e venne pubblicato fra il 1833 e il 1834 sopra la conducibilità dei liquidi e i fenomeni di decomposizione elettrolitica, dei quali Egli enunciò le due leggi fondamentali; seguì lo studio della causa della f. e. m. nella pila di Volta.

Nella serie undecima, che ha la data del novembre 1837, Faraday manifesta per la prima volta chiaramente il concetto che l'induzione elettrostatica non sia un'azione di masse estesa a distanza, ma consiste nella polarizzazione del mezzo interposto, preludendo alla possibilità di rischiarare e forse spiegare con un'unica legge le relazioni fra l'induzione elettrica e la decomposizione chimica, fra il movimento degli ioni e la conduttività elettrolitica, fra le manifestazioni elettriche e quelle magnetiche. Risalgono a quell'epoca le classiche esperienze su la conservazione delle masse elettriche, su la loro distribuzione alla superficie dei conduttori nello stato di equilibrio, e su l'influenza del

(1) Fascicolo speciale della *Energia Elettrica* in commemorazione del primo Centenario della morte di A. Volta, 1927.

mezzo isolante nei fenomeni elettrostatici, tutte fra loro collegate da una stretta analogia, che Faraday già intuiva, senza poterla matematicamente dimostrare, fra i diversi ordini di fenomeni, e che la teoria elettronica ha modernamente spiegato in modo così semplice ed elegante.

Abituato a procedere con la massima circospezione nelle Sue deduzioni, e nutrendo un grande rispetto per uomini del valore di Epinus, Cavendish, Poisson ed altri, le cui teorie ammettevano che l'induzione si producesse istantaneamente a distanza e in linea retta, Egli esitò lungamente a rendere noto il concetto che si era in Lui maturato su la polarizzazione graduale del mezzo, di cui volle cercare la conferma attraverso le più meticolose indagini sui fenomeni elettrostatici ed elettromagnetici. Di questi studiò pertanto la propagazione nelle forme più disparate attraverso alle sostanze conduttrici e isolanti, solide, liquide e gassose, vincendo con la Sua genialità di concezione ogni deficienza di mezzi, e sottraendosi con la Sua acutezza di interpretazione alla necessità di tutte le sottigliezze dell'analisi.

Il campo elettrico e magnetico era considerato da Faraday come uno stato particolare di deformazione fisica del mezzo, per virtù del quale questo appariva soggetto a una sollecitazione interna, che tendeva a contrarlo nella direzione delle linee di forza, e ad espanderlo nel senso trasversale; ogni perturbazione creata in un punto d'origine non altrimenti si rendeva percettibile a distanza, se non per la influenza delle particelle contigue, le une sulle altre reagenti, a guisa delle sostanze elastiche soggette a stiramento o compressione. Sebbene Faraday non possedesse alcun elemento di coltura matematica, il Suo linguaggio seppe assurgere ad una tale precisione, e la Sua mente coordinare i fatti apparentemente più discrepanti in una sintesi così poderosa, da renderne attoniti gli uomini di maggiore intelletto.

C. Maxwell ha esplicitamente riconosciuto a Faraday la priorità dell'idea, che sta a fondamento della sua teoria elettromagnetica, e le numerose esperienze elencate nella quattordicesima serie delle Sue ricerche, che ha la data del 1838, sembrano preludere a quelle di E. Hertz, che 50 anni dopo meravigliarono il mondo, e schiusero la via a tutte le applicazioni moderne della radiotelegrafia e telefonia.

Senza ora elencare tutti gli argomenti, affrontati da Farady nel terzo periodo della sua attività, basta ricordare le esperienze sui fenomeni elettrici del ginnoto, ove Egli riconosce un rapporto costante fra la quantità di elettricità sviluppata e la forza nervosa spesa, e quelle sui fenomeni elettrici della pila, che Egli ascrive essenzialmente alle reazioni chimiche interne, ripudiando la teoria del semplice contatto come contradditoria al principio della conservazione dell'energia, di cui Egli certamente ebbe l'intuizione prima di Mayer e di Joule.

Le esperienze eseguite nel 1845 intorno all'azione del campo elettrico sopra la luce polarizzata non dettero risultato positivo, ma servirono di preludio a quelle più fortunate di Kerr. Riuscirono invece le esperienze su l'azione del campo magnetico; anche quelle, allora infruttuose, su gli effetti della luce sull'elettricità e magnetismo, vennero più tardi coronate di successo, quando si ebbero a disposizione mezzi più potenti, e dettero luogo alle applicazioni delle celle a resistenza variabile di selenio, delle pile fotoelettriche e degli spinterometri a ionizzazione.

Il solo problema, abbordato da Faraday senza successo ed ancora oggi insoluto, fu quello delle relazioni fra l'elettricità e la gravitazione, che continua ad affaticare la mente dei filosofi e degli scienziati.

Definito nella serie ventiseiesima delle Sue ricerche il concetto della *conducibilità magnetica,* venne nelle successive ribadito ancora quello delle linee magnetiche, che Faraday continuò a chiamare *di forza,* ma che più propriamente si devono considerare *di induzione,* e di esse venne chiarito il carattere solenoidale, e suggerito che una unità fosse prescelta per la misura del flusso, cosa che solo nel 1930 è definitivamente avvenuta ad opera della Commissione Elettrotecnica Internazionale, riunita a Stoccolma.

La sintesi più completa del pensiero scientifico di Faraday, intorno agli innumerevoli fenomeni fisici da Lui studiati, è racchiusa in alcune memorie da Lui stesso redatte nell'ultimo periodo della Sua attività sperimentale, e pubblicate nel *Philosophical Magazine* del 1852 e 1855, delle quali il libro di Naccari contiene un interessante riassunto. E' mirabile la chiarezza con la quale Egli si prospettava lo spazio, ove si manifestano le azioni magnetiche di una calamita o di una corrente, come una *atmosfera di forza,* nell'interno della quale, per effetto del moto relativo, tendono a prodursi nei corpi conduttori delle correnti elettriche, e le quantità di elettricità messe in circolazione risultano, come Egli dice, proporzionali alla quantità di forza che compete allo spazio attraversato, ossia, secondo il linguaggio moderno, al numero di linee unitarie di induzione che lo attraversano. A queste Egli attribuisce una vera esistenza fisica, legata alla sorgente che le produce e alla natura del mezzo che serve a propagarle, laddove i fisici matematici non sogliono concepirle se non come una rappresentazione pittorica del campo, dalla quale molti preferiscono di astrarre, in quanto quella esistenza non può essere sperimentalmente confermata.

Conclusione.

Dopo aver chiuso la serie mirabile delle Sue ricerche su la elettricità nel 1855, Faraday eseguì ancora alcune esperienze interessanti sopra le proprietà ottiche dell'oro, ridotto in fogli sottilissimi o in minutissime particelle, preludendo in certo modo a quelle più recenti sulle sostanze colloidali. Nel 1858-59-60 tenne alla *Royal Institution* le Sue ultime tre conferenze sul telegrafo di Wheatstone, su la luce elettrica e sul telaio elettrico. Nella prima di queste è contenute una solenne affermazione dell'importanza degli studi fisici come mezzo di educazione mentale, che mi piace ripetere qui, poichè meglio di ogni altra parola riassume il Suo concetto pedagogico finale, e l'ideale che Egli si era proposto di raggiungere nel culto delle discipline a cui si era con tanta passione e genialità consacrato:

«... Se esaminiamo, Egli dice, questi progressi, e diamo alla parola *educazione* un così ampio significato, da comprendervi tutto ciò che serve al perfezionamento della mente umana, sia con l'acquisto di cognizioni, sia col farla atta ad operare da sè, ci convinceremo dell'importanza dell'ufficio, che nell'educazione possono avere le scienze fisiche.

«Esse c'insegnano a non considerare nulla come indifferente; a non ispregiare i piccoli principii, perchè essi necessariamente precedono le grandi cose, tanto nella scienza pura quanto nell'applicata. Esse ci insegnano a confrontare sempre il piccolo e il grande nelle condizioni più svariate, perchè il piccolo abbraccia in germe il grande tanto frequentemente, quanto il grande contiene il piccolo, con che la mente si fa più comprensiva.

«Esse ci insegnano a trarre con attenzione dai fatti i principii generali, a stabilirli oppure a differire le conclusioni: a scoprire le leggi, a seguirle, e, appoggiandoci ad esse, applicare al grande ciò che sappiamo del piccolo.

«Esse ci insegnano ad imparare dai maestri e dai libri ciò che è già noto, e a procacciarci dell'altre cognizioni col lume della scienza e con i suoi metodi, per lasciare ai posteri qualche cosa che in avvenire fruttifichi, come noi ne ricevemmo da chi ci precedette. Bacone dice che lo scienziato non deve operare come la formica, che solo raccoglie, nè come il ragno, che trae solo da sè medesimo la materia dell'opera sua; ma come l'ape, che nel tempo stesso raccoglie e produce.

«Queste considerazioni, che furono suggerite dalla elettricità, si possono applicare ad ogni parte della Fisica. Spesso si dice che l'elettricità è bella, è meravigliosa; ma le altre forze della natura non sono da meno. La bellezza della elettricità, o d'altra forza naturale, non sta in ciò, che di misterioso e d'inatteso essa ci può presentare, non nelle meravigliose apparenze con cui essa colpisce i nostri sensi; bensì in ciò, che essa obbedisce a leggi determinate, e che in molti casi l'ingegno umano può dominarla. Lo spirito umano sta al di sopra di essa, e da questo punto di vista meglio appare la dignità e la importanza pratica della educazione della mente, fornita dalle scienze della natura, perchè queste, dando modo all'uomo di piegare ai propri servigi le forze naturali, lo fanno più largamente partecipe dei doni di Dio».

Alla realizzazione di quell'ideale M. Faraday ha consacrato 50 anni della Sua esistenza laboriosa, nulla curando fuori del culto della verità, nulla chiedendo fuori della soddisfazione di contribuire al progresso della Scienza e dell'Umanità, per il quale rinunziò generosamente a tutti i benefizi materiali, che dalla legittima protezione delle Sue invenzioni avrebbero potuto derivargli.

A quale altezza morale Egli fosse salito, e quale estimazione facessero di Lui i suoi contemporanei, bastano a dimostrare pochi giudizi di Uomini sommi che, avendo avuto con Lui dimestichezza e assistito da vicino ai Suoi trionfi, ebbero per la valutazione dell'opera Sua la maggiore autorità ed i più sicuri elementi.

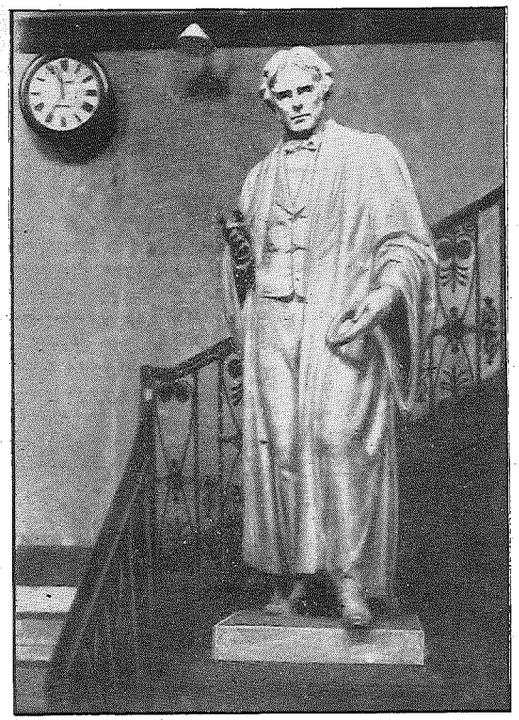
Dice Tyndall alla fine della sua biografia:

«Era ricco egualmente di spirito e di cuore. I tratti gloriosi di un nobile carattere, delineati da S. Paolo, trovano in Lui la realizzazione perfetta. Egli era infatti irreprensibile, vigilante, sobrio, di condotta esemplare, abile a insegnare, non avido di lucro. La vita del suo spirito e della sua intelligenza era così piena, che le cose, a cui gli uomini aspirano più ardentemente, gli erano del tutto indifferenti».

Scrisse Dumas:

«La semplicità del suo cuore, il suo candore, l'amore ardente della verità, la franca simpatia per ogni successo, l'ingenua ammirazione per le scoperte altrui, la modestia naturale nell'apprezzamento delle sue, l'animo nobile, indipendente e fiero, conferivano un fascino incomparabile alla fisonomia del Fisico illustre. Io non conobbi uomo

più meritevole di essere amato, ammirato e rimpianto. La osservanza della sua fede religiosa e della legge morale fu il tratto dominante della sua vita. Senza dubbio la sua ferma credenza in quella giustizia superiore, che valuta tutti i nostri meriti, e in quella sovrana bontà, che pesa tutte le nostre sofferenze, non hanno ispirato a Faraday le sue grandi scoperte; ma gli hanno dato la rettitudine e il rispetto di sè stesso, la forza contro le proprie passioni e lo spirito di giustizia, che gli ha permesso di lottare con fiducia contro la cattiva fortuna, e di accettare la prosperità senza esserne inebriato ».



Monumento a Faraday nella Royal Institution.

E dopo aver tracciato un felice paragone fra Ampère e Faraday, l'uno tutto dedicato alla meditazione, l'altro all'azione, quegli che tutto domandava al pensiero, questi alla realtà dei fatti, sì che nulla sembravano avere di comune, Dumas continua: « Ma Ampére e Faraday avevano entrambi la fibra poetica, il cuore aperto e l'anima elevata; Essi ignovano l'invidia e la gelosia. Ogni raggio di luce li riempiva di gioia, sia che provenisse dal di dentro o dal di fuori, sia che sprizzasse dal cercello loro o da quello di un emulo. La gioventù li travava pieni di bontà e di benevolenza affettuosa; ogni successo li rendeva felici. Essi amavano l'umanità e la sua grandezza; rispettavano il suo carattere e la sua missione su la terra. Si consideravano come strumenti di una volontà suprema, alla quale obbedivano con rispetto, e se per coloro, che non ne conoscono che le opere, Essi contano fra i geni che onorano l'umanità, per coloro che hanno conosciuto le loro persone Essi trovano il posto fra le più umili e sottomesse creature di Dio ».

E più avanti aggiunge ancora: « Il nome di Faraday dev'essere incluso nella lista di coloro, che furono sinceri nella fede non meno che profondi nella Scienza. Newton e Faraday, il più grande geometra e il più felice degli esperimentatori, nulla trovarono nello studio della natura che potesse scuotere la loro credenza; Newton, che penetrò nella profondità dei cieli, assoggettando per sempre al calcolo la marcia degli astri, e rivelando all'uomo le leggi del sistema del mondo; e Faraday che penetrò nelle viscere della materia, facendo scaturire dagli urti di particelle invisibili, e dall'incontro delle forze insensibili che esse nascondono, poteri meravigliosi, hanno egualmente conservato le pie convinzioni della loro infanzia. L'orgoglio del successo non li ha mai inebriati, e, mentre le loro scoperte servivano d'argomento agli increduli, la loro convinzione personale non si è mai smentita per un solo istante ».

In questi giudizi concordavano senza eccezione anche coloro che, a fianco dell'astro maggiore, brillarono nel firmamento scientifico del secolo scorso come stelle di prima grandezza. W. Thomson, che fu poi Lord Kelvin, a una lettera indirizzatagli da Faraday sul principio della sua carriera in ringraziamento di una memoria inviatagli nel 1857, così rispose:

« Un simile giudizio da parte Vostra sarebbe compenso più che sufficiente per tutto ciò che io mi propongo di tentare per la Scienza. Io sento quanto poco ho fatto finora per meritarlo, ma esso varrà a darmi la spinta più potente per seguirvi nella direzione da Voi tracciata, e nella quale da gran tempo io credo necessario di procedere per acquistare una visione più profonda della natura ».

*

Questa è la figura dell'Uomo, che le maggiori Accademie di Europa intesero a loro tempo di onorare, e dal quale per riflesso furono esse stesse onorate. La *Royal Institution,* che fu teatro della Sua attività meravigliosa, Gli ha eretto un monumento degno di Lui. La manifestazione odierna, modesta attraverso alla mia parola, ma solenne per la Vostra presenza, è un giusto riconoscimento dell'opera di quel Grande, della quale il ricorrente centenario rievoca solo l'episodio più glorioso, ma che in tutte le sue estrinsecazioni rifulse di perfetta armonia, ond'essa Lo addita alla riconoscenza e ammirazione universale.

LA REATTANZA DELLE MACCHINE SINCRONE

G. REBORA

In questo studio viene illustrato un nuovo metodo per calcolare la reattanza dello statore di una macchina sincrona sprovvista di rotore. Impostata la espressione teorica fondamentale della reattanza del circuito, si giunge ad una formula pratica applicativa coll'aiuto di termini ricavati da ricerche sperimentali estese a gran numero di macchine diverse per tipo, potenza e caratteristiche costruttive. Segue un esempio di applicazione della reattanza così determinata al calcolo della sopraelevazione di tensione e della corrente eccitatrice dei generatori sincroni trifasi a diversi carichi.

1. - Definizione.

Nelle diverse trattazioni il nome di reattanza ha per le macchine sincrone un significato non univoco, poichè molti Autori applicano lo stesso nome ad entità tra loro ben diverse. Bisogna quindi definire anzitutto la reattanza che si intende determinare col calcolo e colla prova.

Oggetto della presente ricerca è *la reattanza per fase di statore di una macchina sincrona priva di rotore.* Vedremo in seguito nelle applicazioni per le quali è richiesto il valore della reattanza, entro quali limiti la assunzione fatta sia lecita.

Certo è che la misura eseguita, come alcuni fanno in presenza del rotore fermo in diverse posizioni, o in moto a velocità più o meno prossima al sincronismo non porta alla determinazione della reattanza voluta.

Il problema proposto, anche immaginando allontanato il rotore causa grave di perturbazione, non è suscettibile di un calcolo rigoroso. Ciò non deve recare meraviglia poichè memmeno la induttanza di una semplice bobina circolare a sezione rettangolare libera in aria si presta, come si sa, ad una valutazione precisa.

Tanto meno potremo pretendere quindi una determinazione esatta per un avvolgimento di macchina i cui elementi, variamente distribuiti, hanno forma poligonale più o meno allungata, con testate ripiegate in diversi modi e si trovano in presenza di ferro.

2. - Impostazione della formula.

La nuova formula alla quale giungeremo assomiglia in parte ad altre già proposte (Zani, Hobart, Pichelmayer), senonchè quelle non furono assoggettate ad un controllo sperimentale tanto esteso da conferire credito sufficiente ai coefficienti che le affettano. Inoltre nessuna contempla il caso degli avvolgimenti a passo accorciato oggi largamente usati.

La formula qui proposta se ha richiesto un lungo lavoro sperimentale dà, in compenso, buoni risultati con mezzi semplici. A conferma ho potuto constatare che formule e procedimenti senza paragone più complessi (Doherty) e Shirley) non danno in nessun caso risultati migliori nè più attendibili.

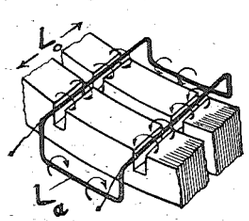


Fig. 1.

Consideriamo anzitutto la induttanza di una fase. La induttanza che qui interessa corrisponde al flusso detto di dispersione che, generato attorno ai conduttori dell'avvolgimento statore lungo tutto il loro percorso nel ferro e nell'aria per effetto della corrente in essi circolante, è concatenato coi conduttori stessi (fig. 1).

Il concetto generale d'induttanza così precisato dà luogo alle se-

guenti considerazioni quando si esamini da vicino una macchina reale.

Il flusso attorno al fascio di conduttori costituenti una fase sotto un polo dipende:

a) dalle dimensioni e dalle proporzioni dei canali che li contengono;

b) dall'essere il canale aperto o semichiuso e più o meno profondo in confronto alla larghezza;

c) dal numero dei canali nei quali i conduttori sono distribuiti lungo il passo polare;

d) dal passo più o meno accorciato dell'avvolgimento;

e) dalla presenza della massa magnetica dell'induttore in quanto il valore del traferro ed il rapporto tra arco e passo polare possono modificare il flusso concatenato coi conduttori di indotto;

f) dalla saturazione dei denti, variabile da punto a punto della caratteristica di magnetizzazione della macchina;

g) dallo sviluppo delle testate, dal loro andamento variabile col tipo di avvolgimento e di connessione frontale;

h) dall'effetto, nelle macchine trifasi, dovuto alle correnti circolanti nelle altre fasi. Tale effetto è nullo nelle bifasi e nelle monofasi;

i) dalla presenza di masse metalliche magnetiche o no presso le testate (cuffie, placche, ecc.).

*

Un circuito di M spire tutte concatenate con un flusso Φ (c. g. s.) generato dalla corrente di 1 ampere circolante in esse, possiede una induttanza di $M\,\Phi\,10^{-10}$ henry.

Consideriamo ora il circuito di $n\,q$ spire cioè di $n\,q$ condutttori sotto un polo, e sia ψ il flusso prodotto dagli $n\,q$ conduttori percorsi dalla corrente di 1 ampere lungo 1 cm del pacco lamiere. Il flusso corrispondente al tratto L_o per 1 ampere di corrente circolante sarà: $n\,q\,\psi\,L_o$.

Per tener conto della lunghezza L_a della testata, che per quanto in minor misura, essendo in aria, contribuisce però alla produzione del flusso, esprimeremo il valore totale del flusso con $n\,q\,\psi\,L_o\,K$, dove K è un coefficiente di aumento. Si suppone con ciò che l'effetto delle testate L_a sia equivalente ad una certa quota parte di quello del pacco L_o.

Ciò posto, la induttanza dell'avvolgimento per polo diviene:

$$n^2\,q^2\,L_o\,\psi\,K\,10^{-8}$$

e per p poli:

$$n^2\,q^2\,L_o\,p\,\psi\,K\,10^{-8}.$$

Raccogliendo in un unico termine C_o i fattori ψ, K, e tutti gli elementi variabili che entrano nel fenomeno, avremo:

Induttanza in henry di 1 fase $= n^2\,q^2\,L_o\,p\,C_o\,10^{-8}$

Reattanza in ohm corrispondente $= 2\,\pi\,f\,n^2\,q^2\,L_o\,p\,C_o\,10^{-8}$

Naturalmente C_o non è una costante ma essa stessa è funzione complessa di molte variabili.

Le misure sistematiche hanno messo in evidenza l'effetto predominante delle variabili q e x (q numero canali per polo e fase: x coefficiente di accorciamento del passo dell'avvolgimento). $C_o = x\,C$, dove C è funzione di q.

1) Reattanza di una fase di statore (costituita da un circuito semplice) misurata senza rotore, per un avvolgimento a passo intero ($x = 1$):

$$X = 2\,\pi\,f\,n^2\,q^2\,L_o\,p\,C\,10^{-8} \qquad (1)$$

2) Reattanza di una fase di statore, come sopra, per avvolgimento a passo accorciato:

$$X = 2\,\pi\,f\,n^2\,q^2\,L_o\,p\,x\,C\,10^{-8} \qquad (2)$$

La esperienza dimostra che la X a parità di tutte le altre condizioni è proporzionale al coefficiente di accorciamento del passo x.

Se poi la fase è costituito da a elementi in parallelo, il calcolo della reattanza si eseguisce come se tutti i conduttori della fase fossero in serie fra loro e si divide il risultato per a^2.

La formula generale definita della reattanza diviene infine:

$$\boldsymbol{X = 2\pi f \frac{n^2 q^2}{a^2} L_o p x C 10^{-8}} \qquad 3)$$

X reattanza (senza rotore) di 1 fase in ohm;
f frequenza in cicli/sec;
n n. conduttori per canale;
q n. canali per polo e fase;
L_o lunghezza totale pacco ferro, in cm compresi, se vi sono, gli spazi di ventilazione;
p n. poli;
x coefficiente di accorciamento del passo dell'avvolgimento espresso in frazione di passo. (Vedi G. Rebora - « Avvolgimenti trifasi » - *L'Elettrotecnica*, 5 febbraio 1931);
a n. delle vie dell'avvolgimento di 1 fase;
C termine dato dalla esperienza in funzione di q. Diagrammi: figure 2, 3, 4, 5.

Il termine C assume i valori particolari C_3, C_2, C_1, secondo che si alimentano tre fasi in trifase, due fasi in serie, od una sola fase.

Esempio.

Vogliasi la reattanza per fase di un turboalternatore trifase di cui si conoscono i seguenti dati:

kVA 15.000 - V 10.000 - A 870 - poli 2 - giri 3000 - freq. 50 $\sim$
$n = 8$ $q = 9$ $L_o = 193$ $x = 0{,}63$ $a = 2$

canali aperti: due zone per canale.

$$X = 2 \times \pi \times 50 \times \frac{8^2 \times 9^2}{2^2} \times 193 \times 2 \times 0{,}63 \times C_3 \times 10^{-8}$$

per $C_3 = 2{,}22$ (rilevato dal grafico, fig. 5) si ha $X = 2{,}18$ ohm. La misura diretta ha dato 2,12 ohm.

Non sempre la coincidenza è così perfetta. Ma scarti anche del 10 $\sim$ 15 % poco pregiudicano i risultati dei nostri calcoli definitivi.

3. - Determinazione sperimentale di C.

Le prove dirette furono eseguite su statori di macchine sincrone trifasi senza rotore, colle seguenti modalità:

I) Alimentazione dello statore con corrente trifase.
Misura della corrente, della tensione, della frequenza, della resistenza.
Deduzione della impedenza e della reattanza di 1 fase.
Il numero dei canali per polo e fase è q.
Si ricava il termine C_3 diagramma, fig. 2.

II) Alimentazione dello statore con corrente alternata semplice (due fasi in serie).
Misura della corrente, della tensione, della frequenza, della resistenza.
Deduzione della impedenza e della reattanza di due fasi in serie.
Il numero dei canali per polo e fase è 2 q. Se si considera infatti per ogni fase del trifase q canali per polo e fase se ne avranno 2 q passando al monofase costituito da due fasi in serie. Manca l'effetto di altre fasi.
Si ricava il termine C_2 diagramma, fig. 3.

III) Alimentazione dello statore con corrente alternata semplice (1 sola fase).
Misura della corrente, della tensione, della frequenza, della resistenza.

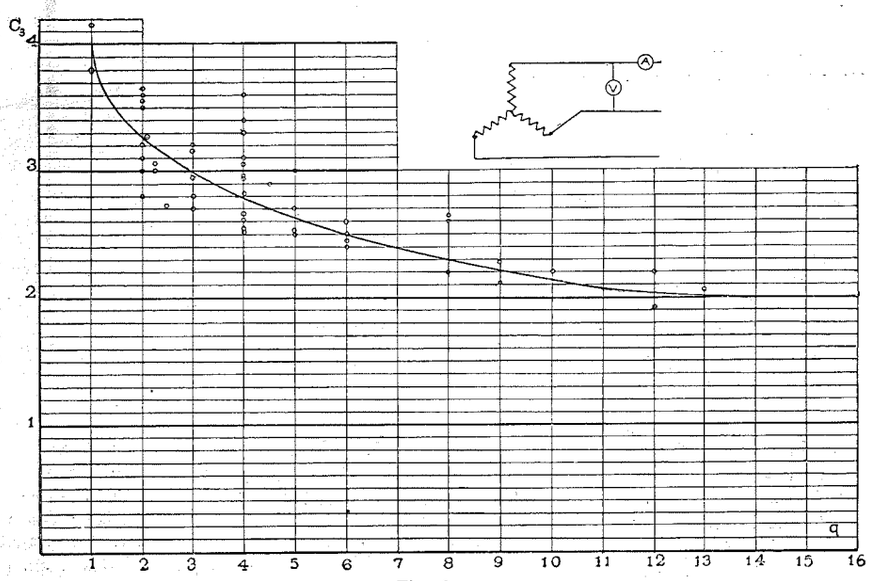


Fig. 2.

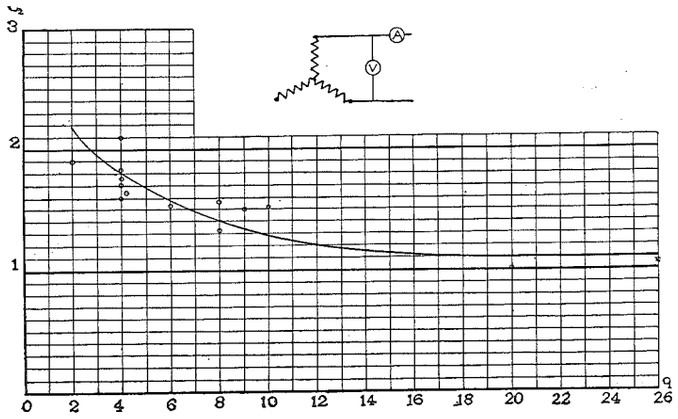


Fig. 3.

Deduzione della impedenza e della reattanza di 1 fase.

Il numero dei canali per polo e fase è q e si annulla l'effetto delle altre fasi.

Si ricava il termine C_1 diagramma, fig. 4.

Per le macchine trifasi basta la determinazione di C_3. E' tuttavia istruttiva anche la ricerca di C_2, C_1 e serve per i monofasi aventi una eguale distribuzione di conduttori.

La corrente in queste prove deve essere prossima a quella *normale di esercizio*: ci si avvicina il più possibile alle condizioni reali. Operando con correnti assai inferiori a quelle di targa la reattanza risulta maggiore a causa della minore riluttanza dei denti. Il fenomeno è sentito coi canali semichiusi.

La fig. 5 mostra i tre diagrammi che esprimono C_1, C_2, C_3 in funzione di q rispettivamente per la alimentazione di 1 fase, di 2 fasi in serie e di 3 fasi in trifase.

Per dare un'idea della estensione data alle prove e poter attribuire un giusto valore agli scarti sperimentali (fig. 2, 3, 4) citerò alcuni dati statistici che inquadrano il vasto campo di prova indagato. Gli avvolgimenti provati sommano a circa un centinaio. Furono sottoposti a misura anche statori di motori trifasi (senza rotore) e rotori di motori estratti dal rispettivo statore. Le macchine appartenenti a 18 costruttori diversi sono comprese entro i seguenti limiti caratteristici:

kVA	$0{,}5 \div 43.000$
Volt	$100 \div 15.000$
Giri/m	$125 \div 3600$
N. poli	$2 \div 44$
Lunghezza pacco lamiere	$60 \div 3600$ mm
N. canali polo e fase	$1 \div 16$
Canali (aperti e semichiusi) profondità	$20 \div 160$ mm
Canali (aperti e semichiusi) larghezza	$7 \div 30$ mm
Passi avvolgimento	$1 \div 0{,}63$

Tipo di avvolgimento: a 1 e a 2 zone per canale - a matasse eguali, in 2 e in 3 ordini - Ondulati a regressione.

N. circuiti in parallelo per fase	$1 \div 4$

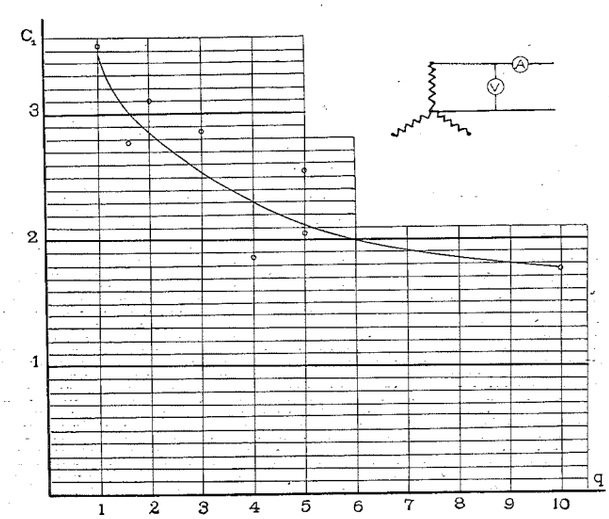


Fig. 4.

Dal grafico della fig. 5 si può ricavare per comodità la seguente tabella di dati medii.

q	C_3	C_2	C_1
1	4	—	3.50
2	3.25	2.20	2.85
3	3	1.95	2.55
4	2.77	1.80	2.30
5	2.64	1.67	2.13
6	2.50	1.57	2
8	2.30	1.40	1.85
10	2.15	1.30	1.75
12	2.05	1.20	—
16	2	1.10	—
20	2	1.10	—

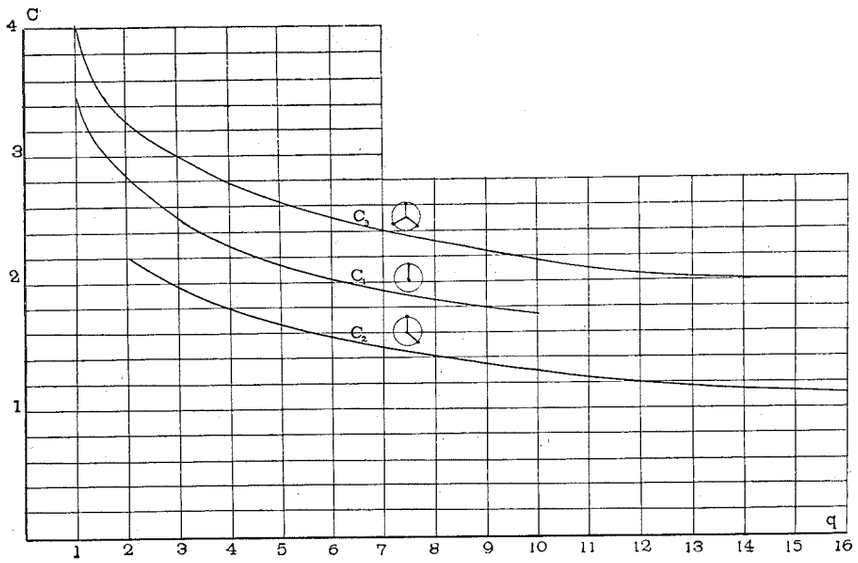


Fig. 5.

Questa tabella insieme alla formula generale (3):

$$X = 2\pi f \frac{n^2 q^2}{a^2} L_o p x C \, 10^{-8}$$

risolve il problema proposto.

4. - Osservazioni critiche.

La reattanza di una fase separata, con alimentazione monofase, (prova III) risulta minore della reattanza corrispondente alimentando lo statore con un sistema trifase. A seconda dei tipi di avvolgimento la reattanza per fase con misura trifase è del 10 al 30 % maggiore di quella fatta con misura monofase. In media si può ritenere il 20 %. In qualche caso la differenza è meno sensibile e si riduce al $6 \div 7$ %.

Gli scarti sono dovuti specialmente al tipo delle testate e delle connessioni frontali. In qualche caso la reattanza misurata risulta un po' superiore a quella calcolata colla formula (3) a motivo dello sviluppo anormale delle parti frontali delle matasse in confronto alla parte compresa nel ferro.

Questo ad esempio è il caso di macchine a pacco-ferro assai ridotto con avvolgimenti ad alta tensione a testate assai sporgenti. Le macchine a due zone per canale, grazie alle loro uniformità costruttiva danno risultati che si scostano assai poco dalla media.

Le differenze che si possano riscontrare da caso a caso si accentuano specialmente quando si tratta di $1 \div 2$ canali per polo e fase e diminuiscono col crescere di q.

A macchina completa e funzionante, i denti di statore prossimi a saturazione tendono a diminuire la reattanza di dispersione. Per contro la presenza del rotore specie se il traferro non è molto grande porta ad aumentare la reattanza stessa.

Le cuffie di protezione degli avvolgimenti possono anch'esse in vario senso modificare leggermente la reattanza.

Tali sono i dubbi che si affacciano quando si voglia adottare per la reattanza di dispersione in servizio il valore della reattanza calcolato o misurato sullo statore senza rotore.

5. - Applicazione.

Misurata o calcolata la reattanza di statore senza rotore è naturale domandarsi se e come, in ultima analisi, essa servirà agli scopi pratici.

Nei problemi che ci interessano, giova avvertire che la reattanza non è di solito che uno dei molti elementi in giuoco. Il valore della reattanza di dispersione entra peraltro in tutti i problemi relativi ai generatori ed ai motori sincroni. Basta accennare alle sopraelevazioni di tensione nei generatori, alle correnti di eccitazione ai diversi carichi con vario fattore di potenza, alla determinazione delle curve a V nei sincroni, allo studio dei fenomeni transitori di corto circuito, al calcolo della caratteristica di corto circuito permanente.

La discussione, dico subito, dura tuttora dopo tanti anni di studio e di ricerche con poca probabilità di accordo, ed aggiungo, con scarsa utilità: poichè l'effetto ultimo del valore della reattanza di dispersione sulle quantità che si vogliono determinare è in realtà assai modesto. In altri termini i risultati definitivi mutano poco anche con qualche scarto nella reattanza, e la precisione che si pretende da tali computi è limitata.

In simili argomenti è più facile che sia la esperienza a dire l'ultima parola, fornendo soluzioni pratiche adatte che la prova diretta senz'altro conferma.

A titolo di esempio applicativo prendo il caso comune del calcolo della corrente eccitatrice di un generatore trifase in funzione del carico.

Avverto anche che il procedimento qui indicato, noto per sè stesso nelle sue linee generali si è dimostrato ottimo dopo numerose prove per risolvere tutti i problemi relativi ai generatori ed ai motori qualunque sia il tipo di rotore, a poli salienti o liscio.

In un generatore sincrono trifase la sopraelevazione e in volt (fig. 6), per un carico normale a V volt$_{eff.}$ ai morsetti con corrente I amp-eff. in ritardo di fase φ, è data dalla costruzione illustrata in fig. 7, insieme al diagramma, fig. 6.

Si suppone nota la caratteristica a vuoto.

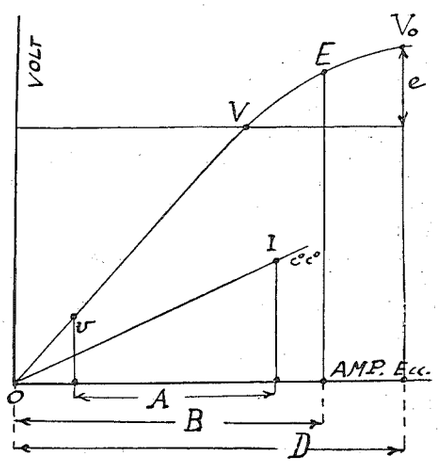


Fig. 6.

Siano: A = amp. di rotore corrispondenti alla reazione di statore.

Si ritiene in media:

Macchine a poli salienti: $A = \dfrac{1{,}06\, n\, q\, I\, K_3}{N}$

Macchine a rotore liscio: $A = \dfrac{1{,}2\, n\, q\, I\, K_3}{N}$

(Vedi G. REBORA: «Il calcolo delle macchine elettriche»).

φ angolo di fase corrispondente al fattore di potenza del carico;
$o\,a = V$ tensione normale in volt ai morsetti del generatore a stella;
$a\,b = 1{,}73\, R\, I$ caduta homica nello statore in volt;
R resistenza equivalente in ohm di 1 fase;
$b\,c = 1{,}73\, X\, I$ caduta induttiva in volt nello statore;
$o\,c = E$ f. e. m. indotta in volt (tensione interna);
n n. conduttori per canale;
q n. canali per polo e fase;
N n. spire di 1 polo rotore;
I corrente in amp. in un conduttore di statore;
K_3 fattore di passo.

Per passo intero: $K_3 = 1$. Per passo accorciato x si ha:

$$K_3 = \text{sen}\,(90° \cdot x).$$

(Vedi G. REBORA: «Avvolgimenti trifasi», *L'Elettrotecnica*, 5 febbraio 1931).

Si porti $o\,d = A$ in fase con I.

Si tracci V spostato di φ rispetto a I e portando $a\,b$ in fase con I e $b\,c$ in quadratura si determini $o\,c = E$.

La carateristica a vuoto alla f.e.m. E assegna una eccitazione B (fig. 6). Si porti B a 90° in avanzo su E in fig. 7. La f. e. m. E è in ritardo di 90° sulla f.m. m. che la genera.

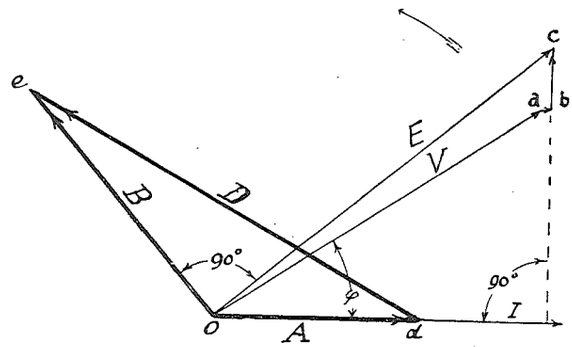


Fig. 7.

La risultante D (fig. 7), dà la corrente di eccitazione cercata.

Riportando tale valore sulla caratteristica a vuoto si determina V_o. La sopraelevazione di tensione della macchina nelle condizioni di carica e cos φ precisati è in %:

$$\frac{V_o - V}{V}\,100$$

il che si voleva trovare.

Questo procedimento suppone nota X (calcolo o prova). Si può osservare che nota la caratteristica in corto circuito, il valore di A (calcolato) determina sulla carateristica a vuoto il valore $v = 1{,}73\, X\, I$. Epperò questa costruzione ammesso A noto viene a fornire X per tutt'altra via di quella seguita usando la formula (3) proposta in questo studio.

Nella maggior parte dei casi l'accordo tra i valori determinati coi due metodi è più che sufficiente. A titolo informativo posso dire che il confronto su 21 macchine diverse, tra il fattore C_3 ricavato dalla misura effettiva di X senza rotore ed il C_3 rilevato da X dedotto da v secondo la costruzione (fig. 6) ha mostrato un discreto accordo. Va osservato per altro che data la inclinazione di $O\,V$ (fig. 6), la incertezza nel valore di A e la inevitabile scarsa precisione della costruzione grafica possono alterare il valore di X dedotto da v.

6. - Conclusione.

La formula proposta in questo articolo determina in modo sufficiente *la reattanza di dispersione di uno statore di macchina sincrona misurata senza rotore.*

Ogni costruttore potrà anche per il suo tipo costante di macchina affinare e precisare meglio il valore più adatto per C.

La reattanza così valutata, misurata direttamente con una semplice prova o calcolata colla formula (3), unitamente al procedimento di cui si è a titolo d'esempio illustrata una applicazione si presta a risolvere i problemi inerenti alle macchine sincrone qualunque sia il tipo di rotore e di statore.

Ripetute prove dirette su alternatori e motori sincroni, prove all'infuori di ogni formula o ipotesi, confermano pienamente la bontà del metodo. Non è inutile osservare che procedimenti assai più complessi non forniscono risultati migliori.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

IL FULMINE

F. W. PEEK

Vengono riassunti i progressi compiuti negli studi relativi alle scariche atmosferiche e alle loro conseguenze relative alle linee elettriche di trasmissione. Ai nuovi mezzi sperimentali di laboratorio si sono recentemente aggiunte le osservazioni dirette sui fenomeni che avvengono sulle linee in esercizio. Dal complesso delle cognizioni così acquistate si deducono norme pratiche relative all'isolamento delle linee e dei trasformatori ad esse collegati.

Durante gli ultimi anni il problema del fulmine si è potuto porre su una base tecnica grazie al concorso di studi eseguiti sia in laboratorio che su linee in esercizio. Lo scopo di queste brevi note è quello di tracciare un quadro dei progressi compiuti in questo campo e di dare un riassunto dello stato attuale delle nostre cognizioni, prospettando anche alcune applicazioni di carattere tecnico.

I. - ESPERIENZE E STUDI.

Le prime esperienze di laboratorio furono eseguite su modelli in scala ridotta; più recentemente furono fatte esperienze su macchine in grandezza naturale e su linee di trasmissione, isolatori, pali, ecc. Per mezzo di generatori di fulmini vennero lanciate delle onde di tensione di varie forme su linee di trasmissione e se ne osservarono i loro effetti sui trasformatori e su altre macchine studiate; furono osservati i fenomeni di attenuazione, riflessione, ecc., delle onde. Alcune di queste ricerche furono eseguite con tensioni di oltre 5 milioni di volt (1) (4).

Le esperienze di laboratorio furono corroborate da osservazioni su linee in esercizio che da prima si limitavano però a misure di tensione. L'avvento del clidonografo (2) e del registratore di sovratensioni facilitò grandemente questo lavoro. Vennero effettuate misure della tensione di scarica superficiale degli isolatori in seguito a scariche atmosferiche, confrontando i risultati con quelli ottenuti con scariche superficiali in laboratorio; così pure si eseguirono rilievi sulla rigidità dielettrica dei trasformatori, e si determinarono valori dell'attenuazione.

Più recentemente si poterono ottenere, per mezzo dell'oscillografo a raggi catodici, parecchi oscillogrammi di onde dovute a scariche atmosferiche ed essi furono confrontati colle onde sperimentali usate in laboratorio. Si poterono così riprodurre in laboratorio onde simili a quelle naturali. Si ottenne anche la registrazione di alcuni casi nei quali la scarica atmosferica colpì direttamente la linea e si ottennero dei valori approssimati dell'intensità della corrente messa in gioco (1) (4). Su una delle linee usate per queste ricerche, ogni palo fu provvisto di strumenti atti a registrare le scariche superficiali degli isolatori, a misurare le correnti nel caso di fulminazione diretta, e a distinguere fra tensioni indotte e fulminazioni dirette.

Un riassunto generale dei risultati ottenuti è il seguente.

Scariche atmosferiche. — Tensioni dell'ordine di 10.000 kV; correnti dell'ordine di 100.000 fino a parecchie centinaia di migliaia di ampere; energia dell'ordine di 4 kWh (talvolta molto di più); potenza dell'ordine di un bilione (10^{12}) di HP; durata, pochi microsecondi; gradiente, alla scarica, di 300 kV per metro; tempo di scarica di una nube (quando vengono indotte tensioni apprezzabili sulle linee di trasmissione), da 1 a 10 microsecondi; le onde di tensione indotte sono a fronte ripida se hanno intensità elevata, possono essere a fronte ripida o appiattita se la loro intensità è relativamente limitata; se la fronte di un'onda è appiattita, il valore della tensione è sempre limitato; la lunghezza delle onde (di solito fra 10 e 40 microsecondi) è maggiore per le tensioni minori; la lunghezza delle onde, al disopra della tensione metà del valor massimo, è compresa fra 5 e 25 microsecondi; la inclinazione della fronte d'onda è da 50 a 1500 kV per microsecondo; le onde non hanno carattere oscillatorio o sono fortemente smorzate.

Pericolo derivante dal fulmine. — E' assai variabile a seconda della qualità del terreno e del percorso abituale dei temporali nella località considerata. La scelta opportuna del tracciato di una linea è molto importante a questo riguardo.

Fulmini sulle linee di trasmissione. — La forma d'onda varia notevolmente; nella maggior parte dei casi il massimo è raggiunto in un tempo da 0 a 5 microsecondi; in alcuni casi si arriva al massimo in meno di 1 microsecondo; la durata efficace varia da 5 a 25, e la durata totale da 10 a 40 microsecondi. Le sovratensioni possono essere prodotte per induzione o per fulminazione diretta. Le tensioni indotte possono raggiungere valori elevati soltanto nel caso che una nube si scarichi rapidamente e si ottengono allora onde a fronte ripido; la forma di fronte d'onda dipende anche dalle dimensioni della nube che si scarica; le sovratensioni più limitate possono avere una durata assai maggiore. Le fulminazioni dirette imprimono alla linea sovratensioni in un tempo brevissimo.

Le intensità delle correnti che si generano nelle linee di trasmissione per le onde migranti di sovratensione sono dell'ordine da 2000 a 5000 A. Le tensioni hanno in generale carattere non oscillatorio o fortemente smorzato; l'attenuazione è molto rapida per le alte tensioni.

Le tensioni indotte aumentano proporzionatamente all'altezza della linea sul suolo. I fili di terra riducono di solito le sovratensioni di circa la metà del loro valore. Il valor massimo della sovratensione è $V = g\,h\,\alpha$, dove g è il gradiente di 300.000 V/m, h è l'altezza della linea e α è un fattore di riduzione che dipende dalla rapidità di scarica della nube, dalle sue dimensioni e dalla distribuzione, lungo la linea, delle cariche indotte. Praticamente, il valor massimo della sovratensione è limitato dal valore della tensione di scarica degli isolatori.

Le messe fuori servizio possono essere dovute a tensioni indotte o a fulminazioni dirette. Il rapporto fra il numero di incidenti dovuti all'una e all'altra di queste due cause varia col grado di isolamento della linea e colla disposizione del filo di terra. Col crescere del grado di isolamento le fulminazioni dirette diventano una percentuale sempre più grande delle cause di guasti in linea. Le osservazioni hanno dimostrato che anche linee a 220.000 V, senza filo di terra, e con 14 a 16 elementi nelle catene, possono essere messe fuori servizio per effetto di sovratensioni indotte.

I dati rilevati su linee prima e dopo il montaggio del filo di terra dimostrano in modo deciso che esso è un fattore importante per ridurre gli incidenti; non è raro ottenere una riduzione da dieci a uno. Perchè il filo di terra sia efficace contro le fulminazioni dirette è essenziale che la resistenza verso terra dei piedi dei pali sia assai bassa. Se la fulminazione avviene al palo, si ottiene una soddisfacente protezione anche se la distanza fra il filo di terra e i conduttori di linea è dell'ordine di cinque metri; ma nel caso di fulminazioni lungo la campata è necessario avere una distanza maggiore. La probabilità di scariche dirette sulla linea nel mezzo di una campata è però, generalmente, molto piccola.

Un apparecchio scaricatore applicato ad ogni catena di isolatori, che permetta il passaggio verso terra della corrente di sovratensione ma non della corrente industriale, offre la possibilità di garantire la continuità del servizio. Un tale aparecchio, per essere efficace, deve però presentare una resistenza molto piccola alla scarica.

Oggi sembra economicamente possibile effettuare una verifica della capacità di una linea a sopportare le sovratensioni indotte, ed anche, almeno in via approssimata, le scariche dirette.

Isolamento e isolatori. — Le tensioni di scarica per effetto delle sovratensioni sono sempre più elevate di quelle per frequenza normale (5). Il rapporto di impulso per tensioni di fulminazioni disastrose è risultato compreso fra 1,6 e 2, ma eccezionalmente si eleva anche a 2,7.

Trasformatori. — Il grado di isolamento dei trasformatori deve essere maggiore di quello del tronco di linea adiacente. E' stato costruito un tipo nuovo di trasformatore «non risonante» che è molto adatto a sopportare le onde di sovratensione.

Onde naturali di sovratensioni atmosferiche. — E' inutile sperare di ottenere una ben definita forma d'onda del fulmine dalle misure eseguite in occasione di scariche atmosferiche su linee di trasmissione. E' evidente, che in teoria, possono verificarsi infinite forme di onda dovute al fulmine. Nelle misure effettivamente eseguite non si sono mai trovate due onde esattamente eguali fra loro. Tuttavia, attualmente, si possono scegliere con criterio razionale certe forme d'onda «normali» da usarsi come termine di riferimento e di confronto per le prove degli isolatori. Infatti le osservazioni eseguite per parecchi anni sul fulmine dimostrano che esistono certi effetti tipici. Per le linee ad alta tensione il rapporto di impulso degli isolatori è sempre alto e può assumersi, in media, di oltre 1,8. Questi effetti di fronte ripido, che possono essere molto gravi, si possono riprodurre convenientemente con un'onda da 0,5/5 (1). Invece gli effetti prodotti da onde a fronte moderatamente appiattita si possono riprodurre, approssimativamente, con onde da 1,5/40. Si raccomanda di attenersi a tali forme d'onda per ottenere risultati confrontabili e coordinabili fra loro. Forme d'onde speciali si possono usare per studiare le oscillazioni nei trasformatori, ecc.

Il fulmine in laboratorio. — Sono state ottenute in laboratorio

(1) Il primo numero indica il tempo in microsecondi per arrivare dallo zero alla cresta d'onda di tensione e il secondo numero il tempo per scendere dal valore della cresta d'onda ad un valore di tensione metà di quello.

tensioni più elevate di quelle osservate sulle linee, e si sono eseguite con esse delle prove su macchine di grandezza naturale. Sebbene i progressi siano stati rapidi vi è ancora molto da apprendere in questo campo e a tale scopo sarà continuato il lavoro in laboratorio e sulle linee in esercizio. Dalle notizie che seguono si può giudicare della entità dei progressi già raggiunti.

E' stato misurato, coll'oscillografo a raggi catodici, il tempo richiesto per la scarica di una nube. Collo stesso istrumento è stata registrata la forma delle onde di sovratensione dovute alle scariche atmosferiche. E' stata determinata la attenuazione subita dalle onde migranti sulle linee. Le onde naturali sono state riprodotte artificialmente in laboratorio dove si sono potuti studiare i loro effetti sulle linee, gli isolatori, i trasformatori e gli apparecchi di protezione. E' stato costruito un generatore di fulmini per tensioni di oltre 5000 kV, e le onde da esso prodotte sono state immesse su linee di trasmissione per studiarne l'effetto su trasformatori e altre macchine e determinare come essi si comportino nei riguardi della capacità a sopportare tali onde di sovratensione. E' stato proseguito il lavoro scientifico circa il ritardo di tempo nella scarica di spinterometri (1), (4), (5), (13).

II. - APPLICAZIONI.

Come risultato delle ricerche eseguite si possono ritenere i seguenti dati pratici:

Coordinazione. — L'isolamento dei trasformatori e dei passanti deve essere tale da resistere alle sovratensioni meglio dell'isolamento della linea adiacente. Si può stabilire il valore opportuno del grado di isolamento della linea variando il numero di elementi nelle catene di isolatori per un tratto di circa 800 metri oltre il trasformatore, oppure installando uno scaricatore a semplice spazio disruptivo entro una distanza di 30 metri dal trasformatore. Se si fa uso di un tale apparecchio esso deve avere una tensione di scarica del 10 % più bassa di quello che si può stabilire, nel primo metodo, per le catene degli isolatori sul tronco adiacente al trasformatore (15). L'isolamento del resto della linea può essere stabilito ad un valore qualunque giudicato conveniente.

Progetto delle linee di trasmissione. — I guasti alle linee di trasmissione possono essere dovuti o a sovratensioni indotte o a scariche dirette. Contro le sovratensioni indotte, le linee ad alta tensione possono essere protette mediante fili di terra. Il filo di terra è tanto più efficace come protezione contro le sovratensioni indotte quanto più esso è vicino ai conduttori di linea; invece nei riguardi delle scariche dirette la protezione ottenibile col filo di terra è maggiore quanto più esso è installato distante dai conduttori di linea. Un filo di terra efficace contro le sovratensioni indotte realizza di solito anche una buona protezione contro le scariche dirette qualora la resistenza di terra sia piccola e la scarica si verifichi in corrispondenza di un palo. In caso di condizioni particolarmente pericolose si può installare, oltre al filo di terra comune contro le sovratensioni indotte, un altro filo montato in posizione più elevata, per la protezione contro le scariche dirette in modo che le scariche atmosferiche non possano colpire direttamente i conduttori di linea. I pali devono essere fatti quanto più bassi possibile e la resistenza di terra deve essere la più piccola possibile. Con pali bassi, campate corte e buone terre, si può ritenere sufficiente di mettere i fili di terra senza quello speciale contro le scariche.

Si deve provvedere ad un adeguato isolamento. E' opportuno che ogni catena di isolatori sia provvista di anelli di guardia per rendere uniforme la distribuzione del potenziale evitando il formarsi di sollecitazioni localizzate eccessive, per evitare guasti nel caso di sovratensioni eccezionali e anche per dissipare l'energia delle scariche e così ridurre il valore delle sovratensioni.

L'uso di palificazioni basse offre parecchi vantaggi. Le sovratensioni indotte, che sono proporzionali all'altezza dei conduttori sul suolo, riescono minori. Anche la probabilità di scarica diretta sui conduttori viene ad essere diminuita. Questa riduzione può anche essere molto grande, specialmente se, lungo la linea, vi sono degli alberi presso a poco della stessa altezza della linea stessa; infatti gli alberi «attirano il fulmine» con altrettanta facilità come i conduttori metallici.

Un'altra soluzione del problema è offerta da un apparecchio che permetta lo scaricarsi a terra della corrente del fulmine senza che ne segua un arco permanente.

Speciali precauzioni possono occorrere, secondo le condizioni locali, per particolari tronchi di linea o anche per l'intera linea.

Sia partendo dalla considerazione delle sovratensioni indotte, sia da quella delle scariche dirette si arriva sempre a ritenere come più conveniente il tipo di palo basso.

Trasformatori. — Per parecchio tempo le Società esercenti hanno ritenuto opportuno di avere dei trasformatori atti a resistere alle sovratensioni rese possibili dal grado di isolamento della linea e dei passanti. Ciò richiede che i trasformatori abbiano un grado di isolamento superiore a quello della linea adiacente o dello spinterometro di protezione, in modo da poter sopportare le sovratensioni dovute alle scariche atmosferiche o alle manovre di interruttori; sono stati costruiti molti trasformatori che soddisfano a queste condizioni.

Un progresso notevole è stato costituito dall'applicazione del così detto principio di non risonanza. Recentemente vennero eseguite delle prove dirette di fulminazione su un trasformatore, non risonante, da 13.000 kVA, costruito per essere messo in esercizio sulle linee a 220 kV delle Fifteen Mile Falls della New England Power Co. Dopo che furono eseguite le solite prove correnti, venne installato un breve tronco di linea che effettuava il collegamento con un generatore di fulmini da 3.000.000 V esistente in laboratorio. Presso il trasformatore l'isolamento di linea fu ridotto a una catena con 14 elementi da 5 3/4″, e inoltre venne installato uno spinterometro di protezione di 63,5″ di apertura.

Le onde di tensione lanciate dal generatore di fulmini produssero da prima la scarica dello spinterometro, senza danno al trasformatore. Successivamente, tolto lo spinterometro, la scarica si verificò sulla catena di 14 elementi. Finalmente si aumentò l'isolamento di linea, finchè avvenne la scarica ai passanti del trasformatore. Non si verificò nessun danno al trasformatore. Dopo le prove di fulminazione vennero ripetute le solite prove correnti le quali dimostrarono che il trasformatore era intatto e in condizioni di essere senz'altro messo in esercizio.

Le prove di fulminazione non sono prove normali e quindi esse non erano state previste durante il progetto del trasformatore. Le onde impiegate avevano una fronte di 0,5 microsecondi e code variabili fra 5 e 150 microsecondi. Le misure eseguite durante le prove dimostrarono una distribuzione uniforme della tensione lungo le spire.

BIBLIOGRAFIA

1) «Lightning - Progress in Lightning Research in the Field and in the Laboratory». — F. W. Peek, Jr. - Trans. A.I.E.E., 1929 - Vol. 48, page 436.
2) «The Measurement of Surge Voltages on Transmission Lines due to Lightning». — E. S. Lee and C. M. Foust - Trans. A. I. E. E., 1924, p. 339.
«The Klydonograph». — J. F. Peters - Electrical World, 1924, vol. 83, p. 769.
3) «Lightning». — F. W. Peek, Jr. - Journal Franklin Inst., feb. 1925.
4) «Lightning». — F. W. Peek, Jr. - World Engineering Congress, Tokyo, Japan - ottobre 1929 - G. E. Review, novembre e dicembre 1929 - International Conference - Paris, 1929.
5) «The Effect of Transient Voltages on Dielectrics - I». — F. W. Peek, Jr. - Trans. A. I. E. I., 1915, vol. 34, pag. 1857.
6) «The Effect of Transient Voltages on Dielectrics - III». — F. W. Peek, Jr. - Trans. A. I. E. E., 1923, vol. 42, pag. 940.
7) «Lightning Studies on Transformers with the Cathode Ray Oscillograph». — F. F. Brand e K. K. Pauleff - Trans. A. I. E. E., 1929.
8) «Lightning Investigation on Transmission Lines». — W. W. Lewis e C. M. Foust.
Lightning Investigation on the 220 kV System of Penn. Power e Light Co.». — N. N. Smeloff e A. L. Price.
«Lightning Investigation on the Ohio Power Co. System». — Philip Sporn e W. L. Lloyd, Jr. - (Transactions A. I. E. E., 1929).
9) «Symposium on Surge Voltage Investigations». — W. W. Lewis, J. G. Hemstreet, J. R. Eaton, Philip Sporn and N. N. Smeloff, A. I. E. E. Trans., vol. 47, pagg. 1111-1154, ottobre 1928.
10) «Traveling Waves Due to Lightning». — L. V. Bewley - Trans. A. I. E. E., 1929.
11) «Impulse Strength of Transformers». — V. M. Montsinger e W. M. Dann - World Power Congress Berlin, Germany, giugno 1930.
12) «Lightning and Its Effect on the Design of Transmission Lines and Apparatus from the Economic and Engineering Standpoint». — F. W. Peek, Jr. - World Power Conference - Berlin, giugno 1930.
13) «The Sffect of Transient Voltages on Dielectrics - IV». — F. W. Peek, Jr. - Abridgment, A. I. E. E. Journal, ottobre 1930.
14) «Critique of Ground Wire Theory». — L. V. Bewley - Abridgment, A. I. E. E. Journal, settembre 1930.
15) «Recommendations on Balancing Transformer and Line Insulations on Basis of Impulse Voltage Strength». — V. M. Montsinger e W. M. Dann - (Presented at A. I. E. E. Convention, Toronto, giugno 1930).

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di inscriversi Soci vitalizi.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

H. GROB — **La regolazione della tensione per mezzo di resistenze di carbone a pressione variabile.** (E. T. Z., N. 50 dell'11 dicembre 1930, pag. 1717).

Tutti gli apparecchi elettrici automatici con contatti, che devono essere aperti e chiusi, richiedono particolari misure precauzionali per assicurare continuamente il contatto, quando l'energia meccanica di azionamento disponibile è molto scarsa. Questo è appunto il caso dei regolatori elettrici che devono entrare in funzione per una differenza di pressione, che è tanto minore quanto maggiore deve essere la sensibilità.

Nella regolazione della tensione si tratta principalmente della variazione di una resistenza: in generale essa viene realizzata colla inserzione e disinserzione di resistenze parziali, il che però porta a difficoltà, quando le forze di azionamento sono piccole. Ora il carbone consente di ottenere un'ampia variazione di resistenza senza che debbano essere aperti o chiusi i contatti; e questa caratteristica è offerta dal carbone per la curiosa proprietà di variare notevolmente la sua resistenza al variare della pressione di contatto.

La variazione di questa resistenza è stata misurata su di una colonna di carbone anulare fatta di strati dello spessore di 0,5 mm, lunga 100 mm e di diametro esterno di 18 mm e interno di 10 mm. Variando la pressione da zero a 22 kg la resistenza scende a 130 a circa 0,3 ohm. Il principio fondamentale su cui è basato un tal regolatore è il seguente: nel circuito di un avvolgimento di eccitazione di un generatore è inserita una colonna di carbone costituita da sottili dischi od anelli: essa è compressa da una molla che, per mezzo di un solenoide, può essere più o meno caricata. La bobina del solenoide è collegata alla tensione del generatore da regolare. Quanto più questa è elevata, tanto minore diventa la pressione sulla colonna di carbone e tanto più cresce la resistenza della stessa, che perciò abbassa l'eccitazione della macchina e limita l'aumento di tensione. Per ottenere poi una regolazione precisa della tensione il regolatore deve essere completamente astatico, cioè fra le tre forze del solenoide, della molla e di reazione della colonna di carbone in qualsiasi posizione si deve avere perfetto equilibrio, finchè l'eccitazione del solenoide ha il valore giusto. Questi regolatori sono usati nei generatori per illuminazione applicati alle carrozze ferroviarie e anche si usano per illuminazione di vetture di ferrovie elettriche per far fronte a variazioni della tensione di alimentazione: in questo caso le colonne di carbone vengono inserite prima dell'impianto di illuminazione e servono ad annullare l'eccesso di tensione che si ha sopra il valore minimo di abbassamento, in base al quale l'impianto di illuminazione è calcolato.

Altro impiego è quello che si ha nella tecnica delle valvole termoioniche per stazioni amplificatrici e trasmittenti: essi si prestano assai bene per mantenere costante la tensione di riscaldamento e anodica. *T. S.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

H LANGKAU — **Caratteristiche dinamiche dei generatori di corrente per saldatura.** (V. D. I., N. 9, 28 febbraio 1931, pagg. 263-266, figg. 8).

Nelle macchine che alimentano saldatori ad arco, la caratteristica statica tensione-corrente non è sufficiente per studiare il loro comportamento, data l'estrema rapidità delle variazioni del carico. E' quindi necessario ricorrere alle caratteristiche dinamiche ricavate dagli oscillogrammi di tensione e di corrente. Un fascio di caratteristiche tracciate per diverse condizioni inziali e le corrispondenti finali di tensione e corrente, risulta composto di rette parallele tra di loro.

Il confronto delle caratteristiche dinamiche della macchina, con quelle dell'arco, consente di prevedere quali saranno le oscillazioni di corrente, se la tensione che si stabilisce agli elettrodi dell'arco a vuoto ne consente la riaccensione automatica dopo un'interruzione, e il valore della corrente di corto circuito.

Per facilitare la riaccensione sarebbe necessaria una tensione a vuoto più elevata possibile; d'altronde l'esperienza più recente ha dimostrato che una forte punta di corrente nei cortocircuiti istantanei, prodotti dal passaggio di gocciole del metallo, se pur richiede un più ampio dimensionamento dei generatori, giova alla saldatura. Queste due condizioni non sono realizzabili insieme dato l'andamento rettilineo della caratteristica passante per un determinato punto di regime; sarebbe quindi desiderabile poter modificare tale andamento in modo che le due condizioni fossero verificate. L'inclusione di forti resistenze migliora la stabilità del funzionamento, però con forte scapito del rendimento. La presenza di rilevante autoinduzione nel circuito diminuisce l'ampiezza della sovracorrente nel caso di cortocircuiti, ma ne aumenta la durata, in rapporto tale che gli oscillogrammi di potenza rivelano un valore elevato per un certo tempo, con conseguente eccessivo sviluppo di calore e pericolo di bruciatura.

Risulta da quanto sopra esposto, come non sia necessario per un buon funzionamento che la caratteristica statica del generatore comporti un'elevata tensione a vuoto, che è anzi da evitarsi, ma basti che valori sufficientemente elevati siano presentati dalle caratteristiche dinamiche. *S. S.*

APPLICAZIONI VARIE.

H. W. REDING — **Le applicazioni del motore elettrico nelle macchine per la filatura del cotone.** (The El. J., ottobre-novembre 1930, pagine 567 e 649).

L'impiego dei motori elettrici di piccola e media potenza è stato esteso nei cotonifici allo scopo di rendere indipendenti fra di loro le varie macchine dell'impianto e di ridurre il consumo dell'energia a carico ridotto. Le macchine per aprire le balle di cotone richiedono dei motori da 2 a 3,5 kW a seconda che sono verticali od orizzontali; le fibre sono quindi separate e riunite sotto forma di un nastro soffice della larghezza di un metro circa da una macchina comandata da un motore di potenza compresa fra 3,5 e 7 kW. Il cotone passa successivamente alla cardatrice dove le fibre sono rese parallele; il tamburo della carda fà circa 165 giri/1′ ed è comandato da un motore di piccola potenza (da 1 a 1,5 kW) munito di dispositivo di inversione della marcia; questo motore deve però poter sviluppare una coppia all'avviamento molto elevata ed è collegato al tamburo mediante catena od ingranaggi.

Il nastro di cotone viene poi suddiviso longitudinalmente in striscie e ciascuna striscia subisce una parziale torsione ed uno stiramento, queste operazioni hanno lo scopo di rendere la sezione più uniforme. Le striscie di cotone ancora soffice avvolte in rocchelloni passano ai ring dove il filo prende la voluta torsione e viene ancora stirato per gradi successivi (fino a 4). La potenza del motore accoppiato al ring è in relazione col numero dei rocchetti montati sulla macchina e con la grossezza del filo; si valuta in media che la potenza di un kW può bastare per tenere in movimento da 50 a 75 rocchetti. Il motore è comandato mediante un'asta che corre lungo il banco in modo da permettere all'operaio il controllo del funzionamento della macchina su tutta la lunghezza che di solito è notevole.

I ring per la filatura del cotone possono essere azionati in tre modi diversi: con un motore unico, con un motore ogni quattro macchine e con un motore per ogni macchina. Il primo sistema richiede la minima spesa d'impianto, però durante il funzionamento si osservano delle variazioni di velocità per lo slittamento delle cinghie. Il secondo sistema si realizza con motori (a 6 poli) fissati al soffitto in posizione rovesciata e muniti di quattro pulegge a sbalzo (2 per parte) cioè una per ogni ring. Una maggiore varietà di costruzioni si incontra nell'applicazione del terzo sistema; il motore è collegato all'albero del ring o con catena o con nastro di gomma a sezione trapezia. Meno consigliabile è il collegamento diretto poichè non permette di variare la velocità del ring senza cambiare anche il motore. Gli interruttori che comandano tutti questi motori sono di solito ad azione ritardata, e ciò per impedire che una interruzione della corrente di durata minore di due secondi possa arrestare tutto il macchinario e far perdere una diecina di minuti per riavviarlo. Per ring di tipo normale la potenza del motore è compresa fra 3,5 e 5,5 kW per ogni banco.

Le operazioni successive di abbinamento dei filati e di ritorcitura richiedono di solito una potenza minore per ogni macchina; se si sceglie il comando indipendente possono bastare dei motori da 0,5 kW e anche meno. Attualmente anche questi motori si costruiscono in ferro fucinato e sono di tipo completamente chiuso; la loro resistenza meccanica ai sovraccarichi e alle vibrazioni è pertanto notevolmente aumentata.

In un cotonificio deve inoltre essere installata una motopompa per lo spegnimento degli incendi; la sua potenza è di solito prevista fra 70 e 110 kW. Si valuta che il costo dell'impianto elettrico in un cotonificio è circa il 5 % del costo totale e l'aumento della produzione rispetto ai tipi vecchi a vapore è dello stesso ordine. Sotto questo aspetto il comando elettrico del macchinario si presenta quindi anche economicamente conveniente, mentre è indiscutibile che il motore elettrico è più facile da manovrare. *I. L.*

CONDUTTURE.

E. WILSON — **L'influenza degli agenti atmosferici sulla conducibilità elettrica e sulla resistenza meccanica delle leghe leggere di alluminio e magnesio.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 89).

L'A. ha studiato sperimentalmente il comportamento di una lega d'alluminio contenente il 0,5 % di magnesio appositamente studiata per sostituire i conduttori in alluminio-acciaio recentemente introdotti nelle grandi linee di trasmissione dell'energia elettrica. Alcuni fili della lunghezza di circa 9 m fatti con questa lega vennero esposti per un anno e mezzo agli agenti atmosferici sul tetto di un Istituto di Londra mantenendoli tesi in posizione orizzontale con carichi diversi. La corrosione superficiale produce una diminuzione del diametro iniziale del filo compresa fra il 0,5 e l'1 %; la corrosione è rapida in un primo tempo e poi procede con lentezza perchè l'ossido d'alluminio che si forma alla superficie ha un'azione protettiva sulle fibre interne del metallo.

La resistività elettrica della lega aumenta col passare del tempo e dopo un anno e mezzo è risultata aumentata del 2,5 %; anche l'al-

luminio puro presenta questo fenomeno, certamente causato da trasformazioni nella struttura molecolare del metallo. Un campione preso dal filo dopo nove mesi venne sottoposto alla prova della rottura per tensione: il filo si ruppe con un carico del 7,5 % minore del valore trovato prima dell'esposizione all'aria; la diminuzione della resistenza meccanica è risultata minore per quei fili che erano stati sottoposti ad uno sforzo di tensione maggiore durante l'esposizione all'aria. Nel punto dove si produce la rottura, la superficie della frattura si presenta uniforme ed inclinata di circa 45° sull'asse del conduttore. Il duralluminio pure avendo delle proprietà meccaniche migliori subisce una degradazione nella propria resistenza meccanica molto più pronunciata a parità di tempo trascorso. Sembra che le vibrazioni prodotte dal vento abbiano un notevole peso nel far abbassare la resistenza del filo alla tensione; in tal caso i conduttori più tesi si troverebbero in migliori condizioni poichè l'ampiezza delle vibrazioni è di conseguenza minore. Questo fatto è stato confermato nelle esperienze suddette. *I. L.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

L. Bruninghaus — **I metodi elettrici per la pesata degli atomi.** (R. G. E., 9 agosto 1930, pag. 195).

Oggigiorno nessuno più dubita della reale esistenza delle molecole, degli atomi. Allo stato attuale della scienza con mezzi molto delicati e varii si giunge a misurare il loro peso ed anche a dare delle indicazioni circa la loro struttura e la loro forma. Data l'eseguità della massa delle molecole e degli atomi, la sua determinazione sino ad oggi è stata oggetto di procedimenti chimici lunghi e delicati. J. J. Thomson, con un metodo perfezionato poi da Aston, ha pensato di sottoporre un esilissimo fascio di raggi canali all'azione di un campo elettrico ed uno magnetico sovrapposti, e dedurre dalla deviazione che tale raggio subisce la massa degli ioni che lo compongono. Aston ha modificato l'apparecchio di Thomson rendendolo più dispersivo ed arrivando così alla determinazione delle masse atomiche di numerosi isotopi che entrano a formare gran parte dei corpi semplici.

L'articolo redatto in modo molto brillante, chiude rilevando la copiosa messe di dati che il metodo Thomson ha permesso di raccogliere, e la notevole strada così compiuta verso l'intima conoscenza dei segreti della materia. *C. R.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

J. Ondracek — **Il calcolo preliminare dell'illuminazione dal punto di vista fisiologico.** (Die Lichttechnik, 22 giugno 1930, pag. 49).

Nel progetto di un impianto d'illuminazione il calcolo si conduce di solito in modo d'avere un'illuminazione E_h sul piano di lavoro, realizzabile con un apparecchio il cui flusso luminoso F è espresso da:

$$F = \frac{1{,}3\, E_h\, S}{\eta}$$

dove S — in m² — è la superficie del piano da illuminare, η il coefficiente di utilizzazione dipendente dalle dimensioni del locale e dalla disposizione e tipo di apparecchio adottato, 1,3 è il valore medio del fattore di deprezzamento. Non si tiene conto dell'illuminazione non uniforme che può esistere nei vari punti dell'ambiente, mentre è noto che l'occhio, in tal caso, deve faticare continuamente per adattarsi alle varie luminosità che presentano i corpi che si trovano nel suo campo.

L'A., introducendo nei suoi calcoli l'effetto fisiologico, cioè la rapidità di adattamento che è una funzione del rapporto k fra la luminosità media ambiente e la luminosità di un oggetto che, per esempio, un operaio sta lavorando, arriva ad una formula che dà il flusso F che deve essere emesso dagli apparecchi d'illuminazione, affinchè nella posizione di lavoro si abbia l'illuminazione E_a desiderata:

$$F = 1{,}3 \frac{k}{\eta_a} \rho_a \frac{1-\rho_m}{\rho_m} E_a S$$

In questa formula:

η_a è il rendimento dell'apparecchio;

ρ_a è il coefficiente di riflessione dell'oggetto che si lavora;

$S = S_h + S_v + S_s$ è la somma delle aree del pavimento, delle pareti e del soffitto del locale;

$\rho_m = \dfrac{\rho_h S_h + \rho_v S_v + \rho_s S_s}{S_h + S_v + S_s}$ (in cui ρ_h, ρ_v, ρ_s sono i coefficienti di riflessione rispettivamente del pavimento, delle pareti e del soffitto) è il coefficiente di riflessione medio del locale;

gli altri simboli hanno il significato noto. *G. Co.*

C. C. Paterson — **L'efficienza delle sorgenti luminose.** (The Journal of Good Lighting, dicembre 1930, pag. 286).

Secondo l'A., trasformando l'energia direttamente nella radiazione luminosa di massima visibilità ($\lambda = 5500$ Å), dovrebbero ottenersi teoricamente circa 670 lumen per watt. L'efficienza della massima parte delle moderne lampade a filamento di tungsteno non eccede i 18 lumen per watt. E' vero che la radiazione monocromatica di lunghezza di onda $\lambda = 5500$ Å ha una tinta sgradevole giallo-verde, ma — riferendoci alla luce bianca, simile a quella solare — 200 lumen per watt dovrebbero essere possibili. Al presente, il maggior numero delle nostre sorgenti luminose sono ad incandescenza e, pur considerando un corpo nero incandescente alla temperatura di circa 6300 gradi assoluti, la massima efficienza che si può ottenere è di circa 93 lumen per watt. Ma non c'è neanche la possibilità di raggiungere questo limite, poichè il tungsteno fonde a 3600° assoluti ed a questa temperatura dà 50 lumen per watt. In pratica la temperatura a cui si porta il filamento di tungsteno è molto più bassa ed è perciò che, ordinariamente, le lampade nel gas presentano un'efficienza variabile da 10 a 18 lumen per watt. E' da notare, inoltre, che — fra gli elementi conosciuti — nessuno si è dimostrato così adatto come il tungsteno. Attualmente, gli sperimentatori sono attratti nel campo delle sorgenti luminescenti che si presenta pieno di lusinghiere possibilità: coi tubi a catodo caldo Pirani, a Berlino, è riuscito ad ottenere 50 lumen per watt. Poichè la luce di tali sorgenti è di colore peculiare, sarà possibile — combinando tubi che danno differenti colori — ottenere una luce gradevole alla vista e, nello stesso tempo, efficiente. *G. Co.*

IMPIANTI.

L. B. Chubbuck — **Interruttori corazzati con riempimento di gomma.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 925).

La costruzione dei quadri di manovra con elementi corazzati, è da poco entrata nell'uso negli impianti americani. L'A. descrive le modalità costruttive adottate in proposito dai produttori degli Stati Uniti. I tipi americani sono normalizzati colla manovra in senso verticale: ciò presenta, sui tipi a manovra orizzontale, il vantaggio di minore ingombro in pianta e di permettere l'impiego di interruttori di tipo normale coi passanti sul coperchio. Le sbarre sono in rame isolato in micarta e sostenute da piastre di micarta entro comparti riempiti di gomma, anzichè di olio. Gli interruttori del tipo a cassoni metallici cilindrici, a riempimento d'olio, sono installati sotto ai compartimenti delle sbarre, e vengono manovrati con comando a vite elicoidale o anche a motore, per le grandi unità. I coltelli di sezionamento sono del tipo a immersione in olio in casse metalliche. I riduttori di tensione per impianti trifasi, pure in olio, sono costruiti in modo che in un'unica cassa piena d'olio sono contenuti due riduttori monofasi, 3 resistenze e 3 valvole. I pannelli degli istrumenti possono venire direttamente adattati alla struttura blindata del quadro, eliminando le lunghe connessioni con conduttori esterni.

Questi elementi possono venire adattati a qualunque schema elettrico di quadro, ma i costruttori americani hanno adottato alcuni tipi di schemi normalizzati e semplici che si adattano in modo speciale per la costruzione con elementi blindati, e che l'A. illustra. Gli stessi elementi, essendo a tenuta d'aqua, possono servire sia per installazioni interne che per cabine all'aperto. L'A. ritiene che questo tipo di quadri sia destinato ad una sempre maggiore diffusione. *R. S. N.*

G. Markt — **Motori a combustione interna o motori elettrici negli impianti industriali.** (E. u. M., N. 11, 30 novembre 1930).

La convenienza di impiegare, per una determinata applicazione industriale, dei motori a combustione interna oppure dei motori elettrici alimentati con l'energia elettrica disponibile, deve risultare da un confronto che tenga calcolo del costo dell'energia — termica o elettrica — delle possibilità di utilizzare convenientemente i motori in relazione al fattore di carico dell'impianto e delle condizioni di servizio che devono essere disimpegnate. Con quale criterio si debba condurre il calcolo è dimostrato dall'A. il quale suppone che in una piccola officina, nella quale il lavoro si svolge per 300 giorni durante otto ore al giorno, debba essere utilizzata una potenza di 35 kW per il comando delle macchine operatrici. Queste ultime possono essere comandate da una trasmissione collegata con l'albero del motore Diesel o di un motore a gas oppure di un motore a benzina ovvero si può adottare il comando individuale con motori elettrici. Tenendo conto del costo delle singole macchine, trasmissioni e fondazioni, delle quote di interessi, ammortamento, manutenzione, esercizio, sono espressi i costi totali annui di esercizio in funzione del costo del combustibile o dell'energia e del fattore di carico dell'impianto. Il calcolo è fatto per i quattro tipi di comando e per i prezzi correnti in Austria.

Dalle formule ricavate l'A. crede di trarre le seguenti conclusioni:

1) Per i prezzi correnti dei combustibili e dell'energia elettrica, il motore a benzina ed il motore a gas, sotto il punto di vista economico, non reggono il confronto col motore Diesel e coi motori elettrici. Il motore a gas è più economico del motore a benzina.

2) Il costo totale di esercizio con tutti i comandi cresce proporzionalmente al fattore di carico e questo in misura più rapida per il comando elettrico, per il quale, però, il costo per fattore di carico nullo è molto inferiore a quello degli altri.

3) Per una durata di utilizzazione di 1000 ore anne, quale si verifica in molti impianti industriali, per i prezzi correnti dell'energia elettrica e della nafta, il comando con motori Diesel è meno economico del comando con motori elettrici.

3) Soltanto per gli alti valori del fattore di carico, il motore Diesel si dimostra più conveniente: si tratta però soltanto di un vantaggio fittizio perchè la forte durata di utilizzazione del carico massimo richiede in generale che il motore Diesel venga sussidiato da un altro motore di riserva, il che accresce il costo annuo di esercizio

con motore Diesel, rendendo, in generale, ancora evidente la supremazia del comando elettrico.

Il confronto riportato dall'A. prescinde da altre considerazioni che possono pesare a sfavore del comando con motore Diesel: necessità di impiegare capitali ingenti per l'acquisto del motore termico, convenienza assoluta del comando individuale elettrico per alcune applicazioni industriali. *V. D. Ma.*

MISURE.

P. H. ROBINSON, I. T. MONSETH — **L'influenza delle caratteristiche dei trasformatori di misura sul funzionamento dei relais.** (The El. J., ottobre 1930, pag. 588).

I trasformatori di corrente si costruiscono secondo 3 schemi a seconda del modo come viene realizzato l'avvolgimento primario; questo può infatti essere a spire multiple, oppure a semplice passante, oppure a passante col nucleo magnetico disposto su un isolatore di porcellana (per alta tensione). Il primo tipo si adopera tutte le volte che il carico sul secondario del trasformatore è abbastanza elevato; esso è costruito per dare una potenza di 25 VA quando la tensione di linea è minore di 4600 volt e di 50 VA quando è maggiore di 7500 volt. E' il tipo più esatto ed è studiato per resistere agli sforzi dinamici prodotti da correnti di corto circuito (persino di 150 volte il valore normale); agli effetti del riscaldamento basta che il trasformatore possa resistere ad un corrente di $50 \div 75$ volte il valore normale per 1 secondo. Il trasformatore a semplice passante si adopera negli impianti ad alta tensione; il tipo in porcellana si adopera per grandi intensità di corrente. Quest'ultimo tipo di riduttore si costruisce anche per un rapporto di 100/5 ampere quando non interessi una grande esattezza nella misura della corrente primaria; se la corrente fosse minore di 100 ampere si dovrebbero inserire due trasformatori in serie (il collegamento in parallelo non si adopera mai). Il trasformatore può dare al secondario un carico di 5 VA. Nei sistemi differenziali di protezione del macchinario elettrico bisogna montare dei riduttori dello stesso tipo in modo che il rapporto varii con la stessa legge per tutti al variare del carico.

I trasformatori di tensione funzionano di solito a carico costante; il modello normale può dare al secondario 200 VA ma normalmente si ricava soltanto una potenza di 40 VA. Entro questi limiti l'errore di rapporto è del 0,2 % purchè la tensione primaria si mantenga fra il 50 e il 110 % della tensione normale; non è mai consigliabile di eccedere quest'ultimo valore della tensione applicata. Sul secondario dei riduttori di tensione si mette un fusibile per proteggere lo strumento dai corti circuiti esterni; al primario per maggiore garanzia si può mettere una resistenza di protezione in serie che in condizioni normali dà luogo ad una caduta di tensione trascurabile e quando si produce il corto circuito abbassa sensibilmente la tensione applicata al primario. *I. L.*

WM. CRAMP — **Una nota sull'uso del ciclogramma nella determinazione della forma d'onda.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 81).

Il rilievo della forma d'onda di una tensione alternativa si può fare in modo indiretto usando l'oscillografo a raggi catodici; si alimentano le piastrine che fanno deviare il flusso elettronico sullo schermo con d.d.p. una ottenuta ai morsetti di un'induttanza e l'altra ai morsetti di un condensatore, inseriti in serie fra di loro ed in parallelo sulla linea. Se la forma d'onda è sinusoidale la composizione delle due oscillazioni sullo schermo dà luogo ad una linea retta; se invece vi sono delle armoniche esse sono diversamente sentite dall'induttanza e dalla capacità e la curva che si ottiene sullo schermo devia dalla retta e si presenta di forma analoga ad un ciclo d'isteresi. Se invece si mette in serie una resistenza ed un'induttanza (oppure una capacità) le due d.d.p. sono in quadratura e sullo schermo appare una circonferenza od un'ellisse se l'onda è sinusoidale oppure un'altra figura deformata nel caso contrario. Quest'ultimo tipo di circuito sembra dia dei risultati più attendibili; però è difficile realizzare una resistenza ohmica non induttiva quando la frequenza delle armoniche è molto elevata.

La figura ottenuta, fissata su una lastra fotografica, permette di ricavare la corrente derivata dalla linea in funzione del tempo, con un'integrazione grafica del diagramma. L'A. ha confrontato fra di loro i grafici di un'onda di tensione ottenuti con questo sistema e con l'oscillografo ed ha trovato che il primo è sempre più nitido del secondo. *I. L.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

E. E. DREESE — **Effetti di motore sincrono nelle macchine a induzione** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 938).

E' noto che certi motori a induzione dimostrano una tendenza a ruotare, a vuoto, ad una velocità che è molto inferiore a quella che dovrebbe normalmente verificarsi; il fenomeno, che l'A. chiama « di velocità subsincrona » è stato studiato analiticamente dall'A. che ne ha ricercato le cause. Esse sono generalmente attribuite alla presenza di armoniche, sebbene non sia stato finora ben chiaro come la presenza di armoniche in misura anche limitata potesse produrre un momento tale da soverchiare quello della frequenza fondamentale.

L'A. dimostra come in certi casi, per particolari disposizioni delle fasi, dei canali del rotor e dei poli dello stator, possa avvenire che si generino per effetto degli avvolgimenti del rotore e di quelli dello statore due campi a frequenze diverse dalla normale, i quali si collegano sincronicamente fra di loro cosicchè il motore a induzione si mette a funzionare come un motore sincrono ad una velocità che è inferiore a quella che corrisponderebbe al motore a induzione a vuoto. La teoria è illustrata colla applicazione al caso di un motore trifase a gabbia di scoiattolo, a 4 poli, con 28 canali nel rotore e che presentava la tendenza ad assumere, a vuoto, una velocità 1/7 del normale sebbene l'ampiezza della 7ª armonica presente nella forza magnetomotrice dello stator fosse solo 0,01 di quella corrispondente alla frequenza fondamenatle. *R. S. N.*

RADIOTECNICA.

F. E. TERMAN e N. R. MORGAN — **Qualche proprietà della rettificazione di potenza per curvatura di griglia.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 12, dicembre 1930, pag. 2160-2175).

Coll'attuale lavoro gli autori, l'uno dei quali si è più volte occupato di studii sulla rettificazione, chiariscono definitivamente il meccanismo della rettificazione di griglia nel caso dei segnali forti, mettendo in evidenza diversi punti che appaiono essenziali per il raggiungimento di risultati soddisfacenti, per niente inferiori a quelli ottenibili con gli altri sistemi.

1) La rettificazione dei segnali forti avviene in maniera assai diversa dalla rettificazione dei segnali deboli, poichè nel 1° caso il circuito di griglia si può considerare come una resistenza (resistenza nel senso integrale) grandissima per i potenziali negativi, e piccolissima per i potenziali positivi. Il condensatore ad ogni oscillazione si carica, in un tempo piuttosto breve, per mezzo della corrente di griglia, e si scarica di poi, nell'altra frazione di periodo, unicamente sulla resistenza di dispersione. Se, nel caso di oscillazioni persistenti, interrompiamo ad un certo momento l'oscillazione ad alta frequenza applicata al rettificatore, la tensione ai capi del condensatore di griglia non si porta immediatamente allo zero, ma decresce con legge esponenziale, con una rapidità che dipende dal prodotto CR della capacità per la resistenza di dispersione, e tanto più piccola quanto più il prodotto stesso è elevato.

Nel caso di oscillazioni modulate, durante la fase nella quale l'oscillazione portante aumenta di ampiezza, il condensatore segue pressochè fedelmente la variazione stessa, ma durante la fase nella quale l'oscillazione diminuisce di ampiezza, il condensatore segue con buona fedeltà solamente quando questa abbia in ogni istante una rapidità minore di quella che sarebbe presentata dalla libera scarica del condensatore C sulla sua resistenza di dispersione R. Si comprende quindi come i valori del prodotto CR dipendano, per una determinata forma di modulazione, ad es. sinoidale, non solo dalla frequenza, ma anche dalla profondità della modulazione stessa.

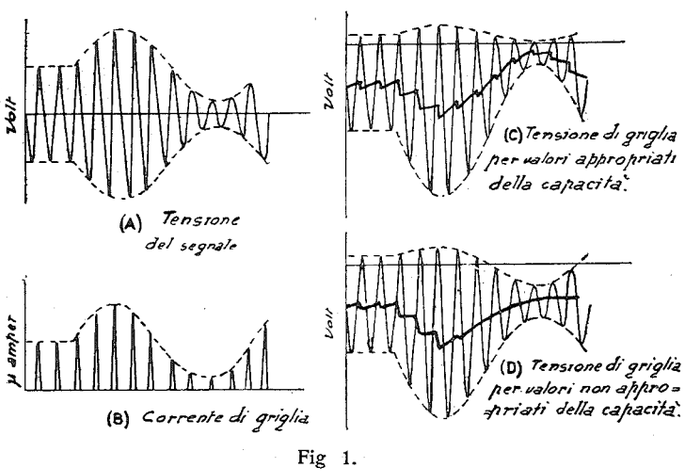

Volt
(A) Tensione del segnale
(C) Tensione di griglia per valori appropriati della capacità.
μ amper
(B) Corrente di griglia
Volt
(D) Tensione di griglia per valori non appropriati della capacità.

Fig 1.

Nella fig. 1, per un diagramma *a*) di tensione oscillatoria applicata al rettificatore, si hanno i diagrammi; *b*) di corrente di griglia, e *c*) di tensione di griglia, nel caso di resistenza e condensatore di griglia giustamente proporzionati, *d*) di tensione di griglia nel caso di resistenza e condensatore di griglia non giustamente proporzionati. Nel caso di modulazione sinoidale, la condizione di raddrizzamento pressochè indistorto è data da:

$$\frac{X}{R} \leq \frac{m}{1-m^2},$$

dove m è la profondità di modulazione, [$e = E\ (1 + m \cos 2\pi f_0 t)$ essendo $e = f(t)$ l'inviluppo dell'oscillazione ad alta frequenza], ed X il valore $\frac{1}{\omega C}$ della reattanza capacitiva.

Nella capacità C deve essere conglobata anche la capacità γ del l'effetto di reazione della tensione di placca attraverso la capacità piacca-griglia. In conseguenza della capacità γ, che può essere valutata ad es. a 60 $\mu\mu F$, la capacità C non può avere valori troppo bassi, ad es. inferiori a 50-100 $\mu\mu F$, allo scopo di evitare un'eccessiva diminuzione della tensione effettiva alla griglia. Ad una capacità $C + \gamma$ di 160 $\mu\mu F$ dovrà corrispondere, per una riproduzione di alta qualità del suono e della musica, una resistenza da 0,2 a 0,5 Ω. In tal caso, con una R di 0,25 M Ω, un raddrizzamento senza sensibili distorsioni, può essere ottenuto sino a frequenze di circa 1000 p/sec, per una profondità di modulazione anche del 100 %, e sino a frequenze di 10.000 p/sec, per profondità di modulazione non superiori a 40 %.

Gli autori non dicono, ma la cosa viene da sè, che nel caso di modulazioni non sinoidali, e cioè nel caso in cui la modulante abbia delle armoniche, può accadere, per costanti X/R non eccessivamente elevate, che, per eguale ampiezza delle armoniche, la fedeltà della riproduzione venga a dipendere dalla fase delle armoniche stesse. In altri termini il fatto si può esprimere dicendo che in generale, nel caso della rettificazione per curvatura di griglia, i risultati ottenuti considerando la modulazione sinoidale, non si possono generalizzare ad una modulazione di forma qualunque, mediante la scomposizione in serie di Fourier. Sembra che fino ad ora sia stata fatta varie volte confusione su questo punto, peraltro assai semplice.

2) Il limite superiore del carico nella rettificazione per curvatura di griglia è dato dal punto nel quale la rettificazione per curvatura di placca appare apprezzabile, e cioè quando ci si trova ad uscire dalla parte rettilinea della caratteristica anodica. Il massimo di tensione oscillatoria sopportato dalla griglia nel funzionamento senza distorsioni, è leggermente minore della metà della tensione di griglia che il triodo può sopportare quando è usato come amplificatore con la stessa tensione anodica. Il massimo di tensione di uscita dell'audiofrequenza, è circa un terzo della tensione sviluppata nella corrispondente amplificazione.

3) La resistenza equivalente di entrata del circuito di griglia è un poco più grande della metà della resistenza R di dispersione.

4) Il raddrizzamento per curvatura di griglia, quale appare dallo studio teorico, e da diversi risultati sperimentali che verificano la teoria, è molto più sensibile che non il raddrizzamento per curvatura di placca, e può dare, a pari tensione anodica, la stessa tensione di uscita, con distorsioni certamente non superiori. *F. Ve.*

P. O. Farnham e A. W. Barber — **Progetto e uso di un apparato per provare i radioricevitori.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 8, agosto 1930, p. 1338).

Nello spazio di pochi anni i procedimenti di prova dei radioricevitori si sono rapidamente trasformati da qualitativi e grossolani, in veri metodi di misura quantitativi e rigorosi.

I metodi di misura usati per lo studio di un ricevitore nel laboratorio durante la fase di progetto sono assai più lunghi e complessi di quelli necessarii per il controllo della produzione dell'officina. Dei primi gli AA. si occupano particolarmente. Citati alcuni esempi di misure sulle parti singole componenti un ricevitore, passano a considerare l'apparecchiatura necessaria per le prove sul ricevitore completo, elencando anzitutto i principali requisiti ai quali essa dovrebbe rispondere; primo fra questi è quello di non avere una modulazione in frequenza superiore a 200 c/s, con una modulazione in ampiezza del 30 %. Si occupano quindi delle principali prove di sensibilità, selettività, e fedeltà, mostrando quale dannoso effetto sull'esattezza delle misure abbia la modulazione in frequenza dell'oscillatore, e infine passano a considerare le misure secondarie sul rumore di fondo e il ronzio (esprimendoli in percentuale equivalente di modulazione a 400 c/s) sulle distorsioni, ecc. *M. B.*

N. F. S. Hecht, D. P. Alexander — **Un dispositivo per mantenere l'isocronismo nei motori di piccola potenza.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 83).

Il dispositivo di regolazione della velocità descritto dagli AA. è destinato ai radio-fari e si applica ad un motore che fa ruotare con velocità costante un quadro di trasmissione per radiogoniometria; il quadro deve compiere 1 giro al minuto con degli scarti nella velocità angolare di 1° su ogni 5 giri cioè con un errore massimo del 0,05 %. Il quadro è comandato attraverso ad una vite senza fine da un motore da 200 watt che fa 2000 giri 1'; la regolazione della velocità viene fatta su questo motore. Il sistema meccanico proposto dal Baudot per la telegrafia automatica ottiene dal motore una velocità costante in modo molto preciso, però la sua capacità di assorbire le variazioni di potenza prodotte da sbalzi della tensione applicata è limitata al valore massimo di 3 watt. Per aumentare tale valore sono state introdotte le seguenti modifiche: in serie col motore è stata messa una resistenza di stabilizzazione di circa 300 ohm in modo che la f.c.e.m. del motore risulta 1/3 della tensione applicata. La capacità di disperdere la potenza eccedente raggiunge con ciò i 36 watt e la tensione applicata può anche variare del 5,5 % senza influire sensibilmente sul valore della velocità del motore. Un altro sensibile miglioramento si ottiene facendo ruotare le masse rotanti del regolatore Baudot in un campo magnetico fisso; le variazioni di potenza sono in gran parte assorbite dalle correnti parassite che così si producono. Il dispositivo può disperdere un eccesso di potenza di 75 watt e può quindi compensare delle variazioni della tensione applicata persino del 25 %. L'apparecchio di regolazione è stato sottoposto ad una prova di controllo montando sull'albero del motore un contagiri e rilevando fotograficamente la posizione contemporanea dell'indice del contagiri e dell'indice di un contasecondi al 1/5 di sec. La velocità del motore è risultata praticamente costante anche per un periodo di tempo di 100 ore purchè la temperatura ambiente venga mantenuta costante. Il dispositivo però non è mai abbastanza esatto quando si debbono far funzionare due o più radiofari successivamente a periodi alternati.

Meglio si riesce allo scopo regolando la velocità del motore su di un orologio a pendolo; non è difficile ottenere da uno di questi strumenti un'approssimazione di qualche secondo in 24 ore. La velocità del motore si regola circa dell'1 % minore di quella di isocronismo col pendolo; quando l'errore angolare ha raggiunto il massimo tollerabile (corrispondente a un ritardo di 0,55 secondi) automaticamente il motore accelera fino a riguadagnare il ritardo perchè un relais comandato dal pendolo mette in corto circuito la bobina di eccitazione dell'elettrocalamita di freno. La posizione angolare del quadrante è controllata ad ogni secondo a mezzo di un disco che porta due contatti: a seconda che l'impulso di corrente che viene dal pendolo passa per l'uno o per l'altro di tali contatti il relais chiude od apre il corto circuito sull'elettrocalamita. La velocità del motore si mantiene costante entro i limiti prescritti anche quando la tensione applicata varia da 165 a 250 volt, mentre se anche la tensione è tenuta costante nessuna deviazione apprezzabile si osserva nel valore della velocità. *L. L.*

P. E. Edelman — **Condensatori elettrochimici a secco.** (Proc. I. R. E., Vol 18, N. 8, agosto 1930, pag 1366)

Descrizione di un nuovo tipo di condensatore costituito da due fogli di alluminio, uno dei quali è ricoperto per via elettrolitica di una sottile pellicola isolante, separati da un foglio di materiale poroso impregnato di una gomma organica. Questi condensatori sono particolarmente adatti per circuiti livellatori, perchè hanno bisogno di una tensione continua per mantenersi in efficienza. Se ne costruiscono per tensioni di esercizio di 350 e 700 volt. Loro caratteristiche sono l'ingombro minimo (è possibile realizzare capacità di 5000 μF), la resistenza alle punte di sovraccarico, l'isolamento relativamente alto, per un condensatore elettrolitico (0,5 mA per un condensatore di 5 μF, alla tensione normale di esercizio). *M. B.*

STATISTICA.

A. Ludin — **La produzione dell'energia elettrica nell'Uruguay.** (E. T. Z., N. 467 del 13 novembre 1930, pag. 1587).

L'Uruguay, con una superficie di 186.926 km², ha una popolazione di due milioni di abitanti: di questi circa un terzo abita nella capitale, Montevideo.

L'economia del paese è basata sull'agricoltura: fra le industrie, sviluppata è solo quella delle sostanze alimentari. L'industria elettrica è naturalmente poco sviluppata: il principale consumo è limitato alla capitale. Per i servizi di questa è stata costruita nel porto una centrale termica di 40.000 kW: le tranvie urbane dispongono di propria centrale di 15.000 kW. E' peraltro in corso la costruzione di una supercentrale di 50.000 kW, prevista per un ulteriore ampliamento di 70.000 kW. E' poi in corso lo sfruttamento del fiume principale del paese, il Rio Negro; da esso si ricaveranno da 250 a 500 milioni di kWh annui. E' previsto infine lo sfruttamento anche del Rio Uruguay, per il quale per altro sono necessarie intese internazionali col Brasile e con l'Argentina. *T. S.*

TRASFORMATORI.

E. Ferenez — **Contributo al calcolo dei trasformatori.** (E. u. M., N. 47, 23 novembre 1930).

L'A. dimostra come si può condurre il calcolo dei trasformatori quando sono prescritte la tensione di corto circuito ed il rendimento. Le dimensioni del trasformatore «meno costoso» a parità di valore effettivo delle perdite e della caduta di tensione, vengono determinate calcolando il minimo della funzione che esprime il prezzo di costo della macchina. Tali dimensioni sono, in prima approssimazione, *indipendenti dalla potenza.* Il metodo che ne consegue può essere semplificato coll'impiego di opportuni diagrammi che l'A. riporta, mentre dimostra in due esempi pratici come si applicano i risultati trovati. *V. D. Ma.*

A. Palme — **Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 921).

L'A. descrive un dispositivo di commutazione costruito dalla G. E. Co. per eseguire la manovra di presa dei diversi contatti derivati sull'avvolgimento del trasformatore allo scopo di variarne il rapporto di trasformazione. L'apparecchio fu studiato dapprima per grossi trasformatori e per forti intensità di corrente da commutare (da 500 a 1000 A) ma recentemente fu adottato anche per piccoli tipi. Si tratta di un apparecchio normalizzato il cui costo varia poco col variare della potenza del trasformatore.

Il commutatore per forti intensità è costruito essenzialmente da due piastre rotonde isolanti fra le quali sono fissate, perpendicolarmente, 10 o 12 sbarre di rame disposte su una circonferenza. Nel

centro di questa specie di gabbia cilindrica si muove un complesso di contatti di rame, ciascuno sotto l'azione di una molla elicolidale; un dispositivo a camme fa sì che quando viene fatto ruotare un alberetto assiale i contatti si spostino fino a toccare le sbarre di rame pur mantenendosi costantemente in contatto coll'albero stesso che a sua volta è connesso a una delle sbarre. A queste fanno capo le prese eseguite sugli avvolgimenti dei trasformatori. Questo è l'elemento essenziale del dispositivo di commutazione che è stato applicato da parecchi anni su larga scala con piena soddisfazione.

L'A. descrive poi le modificazioni apportate al commutatore e a tutti gli organi annessi allo scopo di ottenere un dispositivo che si addottasse ai piccoli trasformatori e che presentasse i necessari requisiti di maggiore semplicità e di minore costo. *R. S. N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. I. ALIMANSKY — **L'applicazione ed il comportamento dei condensatori in serie.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1930, pag. 616).

L'A. considera in modo particolare l'applicazione dei condensatori statici in serie per compensare la caduta induttiva di linea. Questo mezzo di compensazione non è ancora molto impiegato; tuttavia, in molti casi, specialmente su linee rurali, riesce più economico in confronto all'uso del regolatore a induzione e degli altri apparecchi generalmente usati; esso inoltre è più semplice, nell'apparecchiatura e nella sorveglianza, dei condensatori sincroni; ed ha su quelli statici in derivazione il vantaggio di essere flessibile, e di non compensare le cadute per un solo valore del carico; su linee non molto lunghe e per tensioni moderate è anche sovente il mezzo di compensazione più economico.

Meno diffuse applicazioni ha avuto il condensatore in serie nel caso di linee di trasmissione ad alta tensione e per lunghe distanze; è da ricordare però l'impianto di Ballston Lake, (New York) su linee a 33.000 volt; è tuttavia provato che, oltre a migliorare la regolazione, esso aumenta fortemente la potenza massima che si può trasmettere con una data linea; e ciò, oltre ad avere sovente una grande importanza per l'esercizio, è cosa utile anche quando non sia economicamente conveniente caricare le linee a questo limite, perchè la stabilità del sistema risulta in ogni caso fortemente aumentata.

Unico inconveniente dei condensatori in serie è quello di rialzare la tensione alle sbarre della stazione generatrice, ma, in generale, nessun carico è direttamente connesso a queste, e la cosa non ha importanza. Anche nella divisione del carico nei circuiti ad anello il condensatore in serie trova un buon campo di applicazione: è noto infatti che la reattanza induttiva di alcune sezioni della linea può modificare la distribuzione del carico, nel senso di sovraccaricare alcune sezioni; il condensatore in serie annulla e compensa in ogni istante questa reattanza induttiva.

Un grave inconveniente si manifesta però in caso di corto circuito. L'intera tensione di linea è applicata allora tra le armature del condensatore, e può rovinarne l'isolamento; è noto inoltre che la corrente di corto circuito è limitata essenzialmente dall'induttanza del sistema, induttanza che viene annullata dal condensatore. Inoltre un condensatore è costituito sempre da più elementi in parallelo e, se uno di questi si guasta, la corrente di linea viene shuntata attraverso di esso, annullando l'azione del condensatore. E' pertanto necessario proteggere il condensatore con un'apparecchiatura opportuna. Si è ricorso alla combinazione di uno spinterometro (che scarica appena si manifesti una sovratensione, come nel caso di un corto circuito) con un relais ed un interruttore ad azione istantanea, che escludono il condensatore, appena di manifestino una sovratensione od un guasto in uno dei suoi elementi, e lo reinseriscono appena cessata la causa di perturbazione. Naturalmente, in caso di corto circuito, appena escluso il condensatore, tutta l'induttanza di linea è nuovamente inserita nel circuito, limitando così la corrente. Nei condensatori di minore importanza l'interruttore è sostituito da un contattore.

Segue un interessante rapporto, sia dal punto di vista teorico che pratico, sviluppato dalla Commissione per le linee rurali della Empire State Gas and Electric Association. *C. G. E.*

V. M. MONTSINGER, W. M. DANN — **Raccomandazioni circa la coordinazione del grado di isolamento dei trasformatori e delle linee sulla base della resistenza alle onde di impulso.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 934).

E' noto come attualmente si prospetti in tutta la sua pratica gravità il problema di stabilire una reciproca gradazione fra l'isolamento da darsi alle linee a quello dei trasformatori che ad esse sono connessi, allo scopo di meglio assicurare la protezione di questi ultimi alle onde di sovratensione a fronte ripido. Un apposito Comitato dell'American Inst. of Elec. Engineers ha recentemente emanato, come primo tentativo, delle « raccomandazioni » che vengono esposte e illustrate in questo articolo.

Le « raccomandazioni » constano di due parti: la prima si occupa dei modi di definire la resistenza dei trasformatori alle onde di impulso, mentre la seconda si occupa più precisamente delle norme di coordinazione dell'isolamento. A quest'ultimo riguardo vengono considerati tre metodi. Anzitutto è prescritto l'uso di un efficace scaricatore che deve essere connesso ad una distanza (di circuito) di non più di 30 metri dal trasformatore. Data l'eventualità che lo scaricatore possa essere temporaneamente fuori uso (per ricambio, ecc.) si raccomanda di fare uso contemporaneamente anche di uno degli altri due sistemi. Uno di essi consiste nell'installazione di scaricatori a corna o simili apparecchi a distanza esplosiva, pei quali è riportata una tabella di taratura. L'ultimo metodo è quello di ridurre convenientemente l'isolamento della linea nell'ultimo chilometro prima del trasformatore; anche a questo proposito le « raccomandazioni » portano una tabellina numerica relativa alla composizione delle catene di isolatori. *R. S. N.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

E. R. KAAN — **Le automotrici a corrente alternata delle Ferrovie Federali Austriache.** (Elektrische Bahnen, N. 11, novembre 1930).

Le Ferrovie Federali Austriache hanno in servizio, dalla metà del 1929, otto automotrici che effettuano il rimorchio dei treni omnibus lungo linee a piccola pendenza e dei treni diretti su alcuni tronchi di montagna. La parte meccanica è composta da una cassa con due cabine di manovra alle testate, una cabina per il macchinario e gli apparecchi, un bagagliaio, un gabinetto di toilette e due scomparti per i viaggiatori e da due carrelli con telaio in ferri profilati chiodati e rinforzati.

Le caratteristiche più importanti dell'equipaggiamento elettrico risultano dal seguente prospetto, nel quale sono anche indicate le dimensioni meccaniche più notevoli:

Rodiggio	3-A I A
Sistema di trazione - corrente monofase	16 2/3 per/sec
Tensione al filo di contatto	15 kV
Numero dei motori	2
Potenza continuativa dei motori all'albero	2 × 205 kW
Potenza oraria dei motori	2 × 225 »
Potenza oraria del trasformatore	600 kVA
Potenza continuativa del trasformatore	480 »
Potenza disponibile per il riscaldamento delle rimorchiate, a 1000 V	110 kW
Potenza disponibile per il riscaldamento delle motrici, a 220 V	7 kW
Sistema di illuminazione elettrica - c. c. o c. a.	24 V
Altezza normale da terra del filo di contatto	5750 mm
Altezza minima da terra del pattino dei pantografi	4500 »
Rapporto di trasmissione del moto dei motori agli assi	20 : 66
Numero degli assi	6
Interasse totale	16.430 mm
Distanza fra le mezzarie dei carrelli	13.330 »
Interasse dei carrelli	3.100 »
Lunghezza fra i respingenti	20.520 »
Diametro delle ruote motrici	1.100 »
Diametro delle ruote portanti	1.100 e 830 mm
Numero dei posti a sedere	62
Freno automatico	a vuoto, sistema Hardy
Peso della parte meccanica	51,5 tonn.
Peso della parte elettrica	22,2 »
Peso totale in ordine di marcia	53,7 »

V. D. Ma.

C. WOLFF — **Le correnti vaganti.** (Elektrische Bahnen, N. 11, novembre 1930).

L'A. rileva che, forse, in nessun campo dell'elettrotecnica regna l'incertezza come in quello delle corrente vaganti; incertezza che trova la sua ragione d'essere nella disparità dei risultati teorici e pratici. Si può ritenere che, a causa delle molteplicità delle funzioni perturbatrici non esattamente valutabili, la teoria non possa condurre a risultati conclusivi, mentre, d'altra parte, le difficoltà pratiche falsano i risultati delle misure dirette.

Le corrosioni nelle condutture metalliche e nelle armature dei cavi sono influenzate dalle leggi che regolano il passaggio delle correnti di ritorno dal binario alla conduttura e da questa a quello. La circolazione della corrente dipende dalla resistenza di passaggio fra rotaia e sottostruttura, dalla resistenza della sottostruttura, dalle resistenze fra sottostruttura e terreno, dalla resistenza di ques'ultimo ed infine dalla resistenza di passaggio fra terreno e conduttura. Queste resistenze sono variabili con le condizioni della sottostruttura e del sottosuolo e sono influenzate dall'umidità oppure dalla presenza di sali. In queste condizioni, , è impossibile prevedere o misurare l'entità delle correnti che arrivano ad interessare la conduttura ed a provocarvi delle corrosioni. Si può soltanto affermare l'opportunità di ridurre al minimo la resistenza del binario e di isolare il più possibile la sottostruttura.

D'altro canto, le condutture vanno collocate, preferibilmente, in terreno asciutto ed il più lontano possibile dal binario e protette contro le correnti vaganti mediante giunti isolanti.

L'A. conlude affermando che, a tutt'oggi, una risposta definitiva al problema delle correnti vaganti non si può ancora dare. Al Congresso Internazionale dei Trasporti, tenuto in Roma nel 1928, venne nominata una Commissione incaricata di studiare le questioni connesse a questo problema e di proporre le misure atte ad attenuare le conseguenze delle correnti vaganti. *V. D. Ma.*

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Per il comando delle *macchine a stampare le stoffe ed a mercerizzare* è impiegato utilmente il motore a corrente continua con accoppiamento Léonard. Questo sistema permette di raggiungere e di mantenere nel modo più semplice tutte le velocità di lavoro richieste. Una sistemazione conveniente degli organi di comando: contattori, reostati, apparecchi di comando a distanza, entro un apposito cofano di manovra consente di semplificare considerevolmente il servizio. (*Révue Brown Boveri,* gennaio 1931). *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

Per il calcolo delle palificazioni in cemento armato, H. Claude, insiste in *R. G. E.,* del 30 agosto 1930, pag. 386, sull'importanza che possono acquistare gli sforzi diretti parallelamente alla linea. E' in relazione a questo modo di vedere che si renderebbero consigliabili le forme a T, di cui l'A. illustra, sulla base dei risultati di calcolo, i vantaggi rispetto alle forme retangolari piene o a colonna.

G. Cc.

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Una interessante applicazione dei *raddrizzatori all'alimentazione dei forni per la preparazione dell'alluminio* è citata nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931. Si tratta di un impianto nel quale sono installati tre gruppi esafasi a 18 anodi, ciascuno della potenza di 5000 kW a 590 V e 8500 A. I gruppi sono a tensione regolabile sotto carico, fra 190 e 590 V, mediante inseritore a gradini. La regolazione è fatta sopra un trasformatore speciale combinato col trasformatore principale. Tra quest'ultimo ed il relativo raddrizzatore sono inserite tre bobine di autoinduzione che assicurano una ripartizione uniforme delle correnti di fase sugli anodi, permettendo di trasformare un sistema esafase in un sistema 3 × esafase, necessario all'alimentazione del raddrizzatore a 18 nodi. I raddrizzatori sono, inoltre, muniti di bobine d'assorbimento, atte a ridurre al minimo il valore efficace delle correnti anodiche. *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Col nuovo impianto d'illuminazione del campo di football dell'Università di Detroit, si è ottenuta, sull'area di giuoco, un'intensità media d'illuminazione di ∼ 540 lux (50 foot-candles), mediante 160 lampade da 1000 W e 16 da 10.000 W, poste in riflettori appositamente costruiti, montati alla sommità di sei torri in traliccio (due a metà campo e quattro agli angoli) alte ∼ 30 metri. Su ognuna delle torri laterali, vi sono 4 riflettori, in ciascuno dei quali sono 20 lampade da 1000 watt, e su ognuna delle torri d'angolo quattro riflettori ciascuno equipaggiato con una lampada da 10.000 W.

Il rendimento luminoso del sistema è di 30 lumen/watt con una vita media di 100 ore. I 320 kW necessari al funzionamento dell'impianto vengono forniti dalla rete ad alta tensione con l'interposizione di tre trasformatori monofasi da 150 kVA. Sul circuito secondario a 460 V sono direttamente inserite, in serie multiple, le 160 lampade da 1000 W, mentre l'alimentazione dei gruppi di lampade da 10.000 W avviene attraverso un trasformatore da 50 kVA, posto alla base di ogni torre d'angolo. *G. Co.*

(*The Magazine of Light,* novembre 1930 - *Electrical World,* 8-15 novembre 1930).

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

La « produzione » attuale delle Scuole di Ingegneria Italiane. — Sotto questo titolo *L'Ingegnere* del maggio 1931 pubblica una nota statistica circa il numero dei laureati in ingegneria nello scorso anno, dalla quale riportiamo le tabelle seguenti:

Laureati in ingegneria nell'anno 1930.

	Civili	Industriali	Navali	Minerari
R. scuola d'Ingegneria di:				
Torino	42	132	—	—
Milano	63	161	—	—
Padova	72	47	—	—
Bologna	34	—	—	—
Genova	—	—	56	—
Pisa	23	—	—	—
Roma	123	17	—	5
Napoli	48	43	14	—
Palermo	24	30	—	—
Totali parziali	429	430	70	5

Nella tabella non sono compresi i laureati Architetti Civili della R. Scuola di Ingegneria di Milano.

Abilitati alla professione dell'ingegnere nell'anno 1930.
(Esami di Stato).

	Specialità scelta dai candidati								
	Edilizia	Ponti - Strade e Ferrovie	Costruzioni idrauliche	Elettrotecnica	Costruzioni meccaniche	Aeronautica	Miniere e metallurgia	Chimica	Costruzioni navali.
R. Scuola di Ingegneria di:									
Torino	36	49	4	26	51	—	1	14	—
Milano	23	22	6	52	27	—	15	3	—
Padova	16	1	—	41	22	—	—	3	—
Bologna	47	33	6	—	—	—	—	—	—
Genova	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Pisa	50	6	6	—	—	—	—	—	—
Roma	12	4	1	5	46	3	—	—	—
Napoli	64	3	—	5	32	—	—	3	42
Palermo	27	4	35	10	11	—	—	—	—
Totali parziali.	275	122	58	138	189	3	16	23	47

Come è noto le specialità indicate nella tabella si riferiscono soltanto alla categoria scelta dal candidato per la prova di esame ma non costituiscono alcuna specializzazione o limitazione per quanto riguarda la professione.

Crediamo anche interessante riportare integralmente la nota redazionale pubblicata a questo proposito nello stesso numero dalla Rivista *L'Ingegnere.*

« SCUOLE DI INGEGNERIA. — Alcuni dati relativi alla produzione delle Scuole di Ingegneria italiane, riportati in questo fascicolo, mostrano che l'afflusso di nuovi ingegneri nell'agone professionale è attualmente di circa 900 all'anno.

« In confronto alle cifre di alcuni anni addietro, specie di quelli dell'immediato dopo guerra, la contrazione è notevole; ma si può ritenere tuttavia che il numero annuale di poco meno di un migliaio di reclute sia ancora alquanto eccessivo rispetto al bisogno della Nazione, e ciò sarebbe confermato dalla persistente disoccupazione o scarsa occupazione degli ingegneri, iniziatasi assai prima della recente generale depressione economica.

« Sarà in conseguenza lecito di chiedersi se la grande famiglia degli ingegneri — e per essa il Sindacato che la rappresenta — possa rimanere inerte spettatrice di un fenomeno di sopraproduzione che la tocca tanto da vicino.

« La questione della *quantità* dei nuovi ingegneri interessa la nostra Categoria non meno di quella della *qualità*: e questo è apparso anche dal recente nostro Congresso, di cui una Sezione ha votato un ordine del giorno riguardante appunto l'ordinamento delle Scuole di Ingegneria in relazione ai bisogni odierni della tecnica e del Paese.

« Le due questioni sono del resto intimamente connesse e costituiscono nel loro complesso un grosso problema da affrontare con dura volontà di risolverlo, ma anche con molta ponderazione. Le Scuole sono invero organismi di natura delicatissima, ed è molto più facile guastarli che non migliorarli quando si proceda senza una precisa e vasta conoscenza della materia, affidandosi alla debole guida di un dilettantismo facilone, cui può avvenire di scambiar per competenza le proprie buone intenzioni.

« I problemi delle Scuole di Ingegneria sono troppi vasti perchè si possa discorrerne in poche righe; ma, pur rinunciando a farne l'analisi, si può tentarne per grandi linee l'impostazione o, più modestamente, l'enumerazione.

« La prima questione, fondamentale e pregiudiziale, riguarda il finanziamento. Le Scuole d'Ingegneria italiane oggi si dibattono in istrettezze assai gravi, *consolidate* dalla legge sull'autonomia degli Istituti universitari; e tali strettezze esse sono indotte a superare favorendo con l'aumento del numero degli allievi quello del gettito delle tasse scolastiche, cioè tendendo ad accrescere la dannosa pletora dei professionisti.

« Finchè il problema del finanziamento non abbia ricevuto una soluzione adeguata alle vaste esigenze delle moderne scuole per ingegneri, è perfettamente inutile di abbandonarsi a divagazioni accademiche intorno ai più opportuni ordinamenti didattici.

« Un'altra questione che giova considerare apertamente è quella del numero delle Scuole di Ingegneria — in altro campo parallelo anche delle Scuole Superiori di Architettura — e, se è lecito, della loro distribuzione geografica nel Paese. Questo deve essere pur detto mentre la istituzione di qualche nuova scuola o la trasformazione in scuola politecnica di qualche scuola speciale di tradizione gloriosa sono fatti di storia contemporanea, dei quali non sembra estremamente sentita la necessità.

« Un punto interrogativo cui non si è mai avuto il coraggio di rispondere definitivamente è quello dell'ordinamento su tre o su cinque anni, cioè della separazione dal primo biennio preparatorio o dell'unione intima con esso. Abbiamo scuole ordinate secondo l'uno e l'altro sistema; ma sembra fuori dubbio che in una riforma ispirata ai più sani concetti di economia didattica il secondo dovrebbe infine prevalere, non già con la istituzione di doppioni, ma col semplice as-

sorbimento di talune cattedre delle Facoltà di Scienze da parte delle Scuole di Ingegneria.

« Anche la materia della divisione in Sezioni speciali meriterebbe di essere riesaminata a nuovo, senza lasciarsi suggestionare da frasi fatte, da discutibili esempi d'oltre frontiera o da bisogni di natura contingente che taluno tende ad esagerare. Non va dimenticato che la cultura è superiore solo quando abbia un carattere di vastità e di generalità, e che la pretesa specializzazione spesso non è che una limitazione della cultura, con rinuncia ad alcune sue parti fondamentali ed essenziali.

« L'insegnamento superiore deve essere formativo prima che informativo: ed è appunto nel campo delle informazioni particolari che si potranno fare ancora coraggiosi tagli, per dare posto adeguato a ciò che non può essere omesso senza danno. Tutti devono persuadersi che una Scuola d'Ingegneria non ha l'ufficio di insaccare in modo opprimente nozioni senza fine, ma quello assai più organico di preparare ad apprendere quando occorra con piccolo sforzo i particolari delle diverse numerosissime ramificazioni della tecnica.

« Del resto si può agevolare la *specializzazione dopo laurea* col sistema dei *Corsi di perfezionamento* già in atto presso alcune nostre scuole, il quale sembra meritevole di ulteriori ampi sviluppi.

« Ogni Scuola dovrebbe ammettere un numero di allievi proporzionato alla propria attrezzatura per non veder compromesso il buon esito dello sforzo educativo compiuto: anche per questo, oltre che per i motivi sindacali accennati al principio delle presenti note, merita esame attento il problema dell'adozione del *numero chiuso*, naturalmente connesso a quello della selezione degli allievi all'ingresso. A questo proposito è curioso rilevare che il sistema *non liberale* del numero chiuso ha per ora attuazione in paesi che si professano pienamente liberali, come la Francia, e non nell'Italia fascista.

« Infine si deve accennare alla questione, primissima in ordine d'importanza, del personale insegnante in genere e di quello assistente in particolare: questione fondamentale per l'avvenire di tutto l'insegnamento superiore e per lo sviluppo della ricerca scientifica, non meno che per il buon andamento didattico delle Scuole.

« Gli Ingegneri ed il loro Sindacato non possono disinteressarsi dei problemi delle Scuole di Ingegneria. E da augurarsi che essi concorrano alla ricerca delle migliori soluzioni, le quali peraltro non potranno essere l'ibrido frutto di compromessi, ma il prodotto dell'azione illuminata e serena di una volontà dittatoriale ».

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

Di un tipo speciale *di motore asincrono a scanalature multiple,* con rotore in corto circuito è fatto cenno nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931 (pag. 5): In rapporto alle restrizioni concernenti la coppia allo spunto, questi motori, comandati con commutatore triangolo-stella, sono equivalenti ai motori a doppia gabbia di scoiattolo. Rispetto a questi ultimi, i motori a scanalature multiple presentano una minor dispersione del flusso e sono quindi ad essi superiori agli effetti della coppia di avviamento e del fattore di potenza. Queste proprietà sono confermate da curve caratteristiche che danno per i due tipi di motori l'andamento della coppia e della corrente in funzione del numero di giri. *V. D. Ma.*

NOTE E QUESTIONI LEGALI.

Sull'*utilizzazione delle acque negli S. U. A.* riferisce specialmente in relazione alla legislazione e norme varie vigenti G. Motta nell'*Energia Elettrica* del gennaio 1931. *I. P.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Sotto il nome di *Nouvelle Association Internazionale pour l'Essai des Materiaux* N.A.I.E.M. è stata ricostituita dopo la guerra la antica omologa Associazione. Essa raggruppa le corrispondenti Associazioni nazionali di 25 paesi fra i quali l'Italia. La N.A.I.E.M. ha pubblicato una collezione di 150 monografie di distinti autori, raccolte in quattro volumi di complessive 1200 pagine, sotto il titolo di « Prime Comunicazioni della N.A.I.E.M. »; essi possono essere acquistate al prezzo di 6 dollari per volume, oppure di 12 dollari per la raccolta completa, rivolgendosi al Prof. C. Guidi, Presidente della Associazione Italiana per gli Studi sui Materiali S.I.M. (Roma, viale delle Milizie, 16).

Dal 6 al 2 settembre 1931 sarà tenuto a Zurigo il primo Congresso Internazionale della N.A.I.E.M. Per le informazioni in proposito, rivolgersi al Prof. Guidi.

Per associarsi alla N.A.I.E.M. è necessario essere soci della Associazione Italiana per gli Studi sui Materiali. Le quote di associazione pei soci individuali sono di L. 25 per la S.I.M. e di L. 21 per la N.A.I.E.M.; esse devono essere inviate all'Economo della S.I.M.: Cav. Alfredo Zacconi (Roma, Viale Vittorio Veneto, 7).

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nel numero d'Agosto della Rivista Tecnica *F. I.* è riassunta e commentata la relazione sugli studi svolti in Europa da un *comitato per l'elettrificazione delle ferrovie costituito negli Stati Uniti.* Facendo seguito a quanto pubblicato sullo stesso argomento nel numero di febbraio, l'articolo riporta dati analitici sulle caratteristiche d'impianto e sui risultati d'esercizio per le principali ferrovie elettrificate esistenti nel mondo. *S. S.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

L'A. E. I. e la R. Accademia d'Italia.

In risposta all'omaggio di una raccolta delle pubblicazioni della A. E. I. inviata dal Presidente Generale alla R. Accademia d'Italia, il Senatore Marconi ha inviato la lettera che qui pubblichiamo.

Roma, 26 maggio 1931-IX.

Illustre Signore,

La ringrazio sentitamente per le pubblicazioni che l'Associazione Elettrotecnica Italiana ha voluto offrire alla Reale Accademia d'Italia.

Esse documentano le alte direttive e l'importante attività della Associazione, la quale giustamente si gloria di aver avuto tra i suoi fondatori Galileo Ferraris.

Ringrazio anche per la comunicazione che l'invio delle pubblicazioni sarà regolarmente continuato per l'avvenire, assicurandoLa che altrettanto sarà fatto dall'Accademia per il cambio, già istituito, delle proprie.

Coi più cordiali saluti. *firmato*: G. MARCONI.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI CATANIA

Con numeroso intervento di consoci e di persone che s'interessano di agricoltura, l'Ing. **G. Patanè** il giorno 3 giugno, alle ore 18, nei locali del Dopolavoro dipendenti S. G. E. S., ha tenuto la preannunziata conferenza sull'argomento: « **Applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. - Limiti entro cui sono consigliabili i sollevamenti d'acqua per irrigazione** ».

L'oratore ha cominciato col rilevare come l'uso di macchinario elettrico, di facile ed economico esercizio, ha eliminato moltissime difficoltà alle quali si andava incontro con l'impiego delle vecchie macchine agricole che richiedevano manovalanza specializzata e maggiori spese.

Accenna quindi alle varie applicazioni dell'elettricità in enologia, per l'aumento del grado alcoolico del vino, descrivendo il metodo del Dott. De Fasi, basato sull'azione sterilizzatrice ed eccitante dei raggi ultravioletti, ricavati da un tubo di quarzo a vapori di mercurio, sui microorganismi che presiedono alla trasformazione del glucosio in alcool nella fermentazione del vino e della birra; nonchè per l'invecchiamento e la sterilizzazione dei vini e dei cognac con l'ozono. Accenna a questo punto ai frigoriferi usati per la conservazione dei prodotti del suolo ed alle applicazioni dell'elettricità alle vaccherie e porcilaie, alle mungitrici, all'essiccamento dei bozzoli e delle corteccie delle arancie, nonchè nei lavori della terra cioè nell'erpicatura, rullatura, fresatura e semina dei terreni, mietitura, trebbiatura, sgranatura, pulitura dei prodotti.

Riassume i vari metodi dell'aratura presentando un interessante film di aratura elettrica quale si pratica nell'agro romano.

Parlando delle ricerche d'acqua del sottosuolo e sollevamenti di essa per irrigazione, l'oratore accenna alle varie teorie sull'origine delle acque, da quella antica della condensazione dei vapori d'acqua determinati dal calore centrale della terra sulle acque marine ed esterne che vi penetrano, alla teoria delle infiltrazioni universalmente accettata ed a quella recente della condensazione dell'umidità che contiene l'aria.

Accenna alle quantità delle precipitazioni d'acqua in Italia ed a quella che si potrebbe rintracciare nel sottosuolo, nonchè ai grandi bacini di raccolta costruiti a scopo di forza motrice e d'irrigazione.

Con dati statistici l'oratore dimostra che, in condizioni normali, non sono consigliabili, perchè non lasciano un equo compenso, i sollevamenti d'acqua, a scopo d'irrigazione, superiori a m 75 di prevalenza e che, se sollevamenti di acqua per altezze maggiori riescono redditizi, essi lo debbono alla speciale ubertosità dei terreni e favorevoli condizioni del mercato.

L'oratore conclude che, per evitare sorprese, occorre bene esaminare, prima d'intrapendere lavori di impianti di sollevamento, che le spese di costruzione e di esercizio consentano, nelle condizioni normali del mercato, un'equa rimunerazione.

Furono proiettati alla fine altri due films, una con esempi d'irrigazione a pioggia ed un'altro che mostrava la costruzione del bacino dell'impianto dell'alto Belice della Società Generale Elettrica della Sicilia, a scopo di forza motrice ed irrigazione.

Alla fine dell'interessante conferenza l'Ing. Patanè fu vivamente applaudito e complimentato.

*

SEZIONE DI GENOVA

Assemblea generale del 22 marzo 1931. — Il Presidente alle ore 10,30 apre la seduta comunicando, come premessa, che sarebbe stato suo vivissimo desiderio rinviare l'Assemblea per non interferire con

le manifestazioni indette per l'annuale della fondazione dei Fasci di Combattimento, ma che tale rinvio non ha potuto assolutamente essere deliberato per varie ragioni che hanno superato ogni migliore volontà.

Prima di iniziare lo svolgimento dell'Ordine del Giorno il Presidente con commosse parole ricorda le benemerenze dei soci della Sezione defunti nel 1930: Sigg. Ing. Angelo Baudi, Ottavio Caviglia, e Francesco Gallo; proponendo l'invio a nome dell'Assemblea di rinnovate condoglianze alle famiglie. L'Assemblea approva.

Passando allo svolgimento dell'Ordine del Giorno sul numero 1° « Relazione della Presidenza », il Presidente riferisce sull'attività svolta dalla Sezione durante il 1930, sopra i tre diversi punti di vista: numero dei soci, conferenze, gite e manifestazioni varie; e fa osservare per quanto riguarda il numero dei soci, che deve tenersi presente il numero non trascurabile di soci cessati per varie ragioni, e che vennero però sostituiti da altrettanti soci nuovi, il che corrisponde ad un non trascurabile incremento in linea relativa per quanto le cifre in linea assoluta non lo dimostrino. Aggiunge poi che dal 1° gennaio 1931 già si contano 25 nuove inscrizioni fra le quali tre soci collettivi, il che è certamente motivo di compiacimento; deve essere data di tale soddisfacente risultato ampia lode a quei soci autorevoli che con la loro attiva propaganda hanno procurato tali nuove adesioni.

Per le conferenze il Presidente richiama l'attenzione dei soci oltrechè sul numero anche sull'importanza degli argomenti che furono oggetto delle conferenze stesse, e mentre in generale ringrazia tutti gli egregi soci autori delle conferenze medesime, rivolge sensi di particolare gratitudine al Prof. Occhialini per la dotta sua conferenza che ha lasciato in tutti i soci ricordo di godimento intellettuale indimenticabile e speranza di veder presto rinnovato il godimento stesso. Il Prof. Occhialini presente all'assemblea rinnova la promessa già altra volta data di tenere ben presto una nuova conferenza.

Il Presidente, dopo aver ricordato le gite sociali svolte nel 1930, espone il programma della attività della Sezione durante il 1931, sia per quanto riguarda le conferenze come per quanto concerne gite e riunioni varie.

Il Presidente dà poi comunicazione di quanto la Presidenza Generale ha reso noto in merito alla nuova sistemazione della Segreteria Generale, dell'Ufficio Centrale e della Redazione del Giornale *L'Elettrotecnica* illustrando i pregi della sistemazione stessa, della quale va tributata ampia lode all'opera tanto efficacemente svolta anche a tale riguardo dal Presidente Generale. L'assemblea prende atto di tali notizie manifestando il proprio compiacimento per l'opera altamente lodevole prestata per lunghi anni dall'Ing. Comboni, quale Segretario Generale e Direttore dell'Ufficio Centrale.

Il Presidente comunica quindi ai soci che nella seduta di Consiglio tenutasi il 1° marzo, il Consiglio stesso, prendendo atto di quanto il socio, Prof. Occhialini, aveva reso presente in merito alla assoluta insufficienza di mezzi posti a disposizione dell'Istituto di Fisica della locale R. Università, del quale il medesimo è appassionato autorevole Direttore, aveva deciso di farsi carico di tale intollerabile stato di cose, deliberando di indire fra i soci una personale volontaria sottoscrizione a favore dell'Istituto stesso concorrendo come A. E. I., Sezione di Genova con un contributo di L. 1000, a carico del bilancio 1931. Il Presidente aggiunge che già sono pervenute diverse adesioni fra le quali degna di particolare nota quella della Compagnia Imprese Elettriche Liguri, in nome della quale l'Amministratore Delegato, Ing. Comm. Natale Balsamo, ha messo a disposizione L. 15.000.

L'assemblea all'unanimità approva completamente le proposte del Consiglio e il Presidente comunica che provvederà con apposita circolare, della quale sottopone il testo che viene seduta stante approvato, a partecipare ai soci quanto sopra, invitandoli a dare il proprio volontario contributo.

Il Prof. Occhialini ringrazia il Presidente ed il Consiglio per aver accolto così prontamente e benevolmente la sua preghiera, e ringrazia pure l'assemblea per l'unanime adesione data, rivolgendo espressioni di particolare gratitudine ai primi sottoscrittori e tra questi in special modo all'Ing Balsamo, assicurando che i nuovi mezzi messi a disposizione permetteranno all'Istituto di svolgere efficace attività di nuovi studi e ricerche delle quali sarà data comunicazione alla Sezione di Genova dell'A. E. I.

Il Presidente ricordato che anche per il Bilancio 1930, come per il precedente, il pareggio venne raggiunto con ottenimento di contributi straordinari generosamente concessi dai più importanti tra i soci collettivi della Sezione, cosa questa che non deve perpetuarsi, richiama l'attenzione dei soci sulla gravosità dell'onere creato al Bilancio dalla spesa per affitto annuo dell'attuale Sede, d'altra parte non rispondente come numero e natura dei locali disponibili, alle vere esigenze della Sezione. Ora, poichè il contratto d'affitto va a scadere con il prossimo settembre, il Presidente sottopone all'assemblea la proposta di disdire il contratto stesso dandone preavviso tempestivamente.

L'assemblea all'unanimità approva e il Presidente dà incarico al Vice Presidente ed al Segretario di procedere senz'altro alla ricerca di un locale più conveniente e più economico.

Il Presidente passa poi ad illustrare le varie voci più importanti del Bilancio Consuntivo 1930 e del Preventivo 1931, già distribuiti in copia per esteso all'assemblea, la quale approva i Bilanci stessi tributando un plauso, come da proposta del Presidente, alla diligente proficua opera svolta dal Cassiere, Ing. De Micheli e dal Segretario, Ing. Lombardo.

Il Presidente in merito al numero dell'Ordine del Giorno relativo alla nomina dei Consiglieri, comunica le dimissioni date dalla carica di Consigliere di Sezione dagli Ingg. Broccardi e Sala e poichè tali dimissioni sono da ritenersi irrevocabili, essendo riuscita vana ogni più attiva insistenza per il ritiro delle medesime, il Presidente invita l'assemblea a procedere alla nomina di due Consiglieri di Sezione in sostituzione dei dimissionari. Inoltre il Presidente comunica che i Consiglieri Delegati alla Sede Centrale, Ingg. Bocca, Bonaria, Cornelio, Lanza, Pernigotti e Visentini sono scaduti da tale carica per compiuto biennio e l'assemblea deve procedere alla sostituzione dei medesimi.

Avendo un gruppo di soci autorevoli presentato una lista di nomi proposti per le dette nuove nomine, tale lista viene ad unanimità approvata rimanendo così eletti per acclamazione i seguenti soci:

Ing. L. Bonaria e Ing. G. Pernigotti alla carica di Consiglieri di Sezione e i Sigg. A. Cantù, A. Comola, A. Pessano, G. B. Sala, L. Volterrani, M. Zanini alla carica di Consiglieri Delegati.

Il Presidente rivolge un affettuoso saluto ai neo eletti, mentre porge espressioni di viva gratitudine per l'autorevole collaborazione data in vantaggio della Sezione dai Consiglieri Delegati scaduti per anzianità e che per ragioni statutarie non hanno potuto essere rieletti, particolarmente ricordando l'opera appassionatamente diligente data dall'Ing. Cornelio che ebbe anche a coprire con autorevole competenza la carica di Vice Presidente della Sezione.

Nulla più risultando all'Ordine del Giorno e nessun socio presente avendo a richiedere schiarimenti, il Presidente toglie la seduta alle ore 11,45.

Bilancio Consuntivo 1930.

Entrate:

a) Ordinarie.

Contributi soci:

Individuali effettivi residenti . .	n. 375 a L. 75		L. 28.125,—
Non residenti	» 81 » » 85		» 5.265,—
Collettivi effettivi - Categoria 1ª .	» 19 » » 500		» 9.500,—
» 2ª .	» 9 » » 250		» 2.250,—
» 3ª .	» 2 » » 200		» 400,—
» 4ª .	» 8 » » 150		» 1.200,—
Vitalizi	» 3 » » 25		» 75,—
Esteri effettivi	» 5 » » 110		» 550,—
Totale soci . .	n. 502		
Interessi attivi al 31 dicembre 1930			» 201,05
Proventi vari			» 147,—
Quote gita a La Spezia (partita di giro)			» 3.075,—
Fondo cassa al 1° gennaio 1930			» 1.115,40

b) Straordinarie:

Contributi speciali incassati	» 5.800,—
» » da incassare	» 4.715,—
Totale entrate . . .	L. 62.418,45

Uscite:

a) Ordinarie.

Contributi alla Sede Centrale per soci:

Individuali effettivi	n. 454 a L. 50	L. 22.700,—
Collettivi effettivi	» 38 » » 150	» 5.700,—
Studenti	» 2 » » 40	» 80,—
Esteri	» 5 » » 95	» 475,—
Morosi	» 11 » » 25	» 275,—
Locali: affitto		» 8.101,—
Illuminazione, riscaldamento, manutenzione sede . .		» 2.269,95
Abbonamenti: Riviste		» 747,—
Amministrazione: Stipendi		» 6.763,—
Telefono		» 1.116,20
Corrispondenza		» 501,25
Cancelleria, stampati		» 595,50
Assicurazioni sociali		» 454,50
Tram, regalie diverse		» 623,50
Gite e conferenze: Quota gita a La Spezia . . .		» 3.075,—
Gite e conferenze normali		» 2.137,90

b) Straordinarie:

Spese arretrate settimana luce	» 2.837,50
Saldo contributi arretrati 1929 Sede Centrale . . .	» 3.125,75
Totale uscite . . .	L. 61.578,05
Avanzo esercizio 1930	» 840,40
Totale . . .	L. 62.418,45

Bilancio Preventivo 1931.

Entrate:

a) Ordinarie.

Contributo soci:

Individuali residenti	n. 380 a L. 75	L. 28.500,—
Non residenti	» 85 » » 65	» 5.525,—
Collettivi - Categoria 1ª	» 25 » » 500	» 12.500,—
» 2ª	» 15 » » 250	» 3.750,—
Da riportare .	n. 505	L. 50.275,—

Riporto . n. 505		L. 50.275,—
Collettivi - Categoria 3ª	» 2 » » 200	» 400,—
» 4ª	» 8 » » 150	» 1.200,—
Vitalizi	» 3 » » 25	» 75,—
Esteri	» 5 » » 110	» 550,—
Totale soci . . .	n. 523	
Interessi al 31 dicembre 1931		» 225,—
Varie		» 75,—
Fondo cassa al 1° gennaio 1931		» 840,40
b) Straordinarie:		
Contributi speciali da incassare sul Bilancio 1930 . .		» 4.715,—
Totale entrate . . .		L. 58.355,40

Uscite:

a) Ordinarie.		
Contributi alla Sede Centrale per soci:		
Individuali	n. 465 a L. 50	L. 23.250,—
Collettivi	» 50 » » 150	» 7.500,—
Esteri	» 5 » » 95	» 475,—
Morosi	» 20 » » 25	» 500,—
Locali: affitto		» 7.290,—
Illuminazione, riscaldamento, manutenzione Sede . .		» 2.000,—
Abbonamenti: Riviste		» 800,—
Amministrazione: Stipendi		» 6.210,—
Telefono		» 1.100,—
Corrispondenza		» 500,—
Cancelleria e stampati		» 600,—
Assicurazioni sociali		» 135,—
Tram, regalie diverse		» 500,—
Gite e conferenze		» 2.000,—
Saldo a pareggio al 31 dicembre 1931		» 780,40
b) Straordinarie:		
Saldo contributi arretrati Sede Centrale 1930 . . .		» 4.715,—
Totale . . .		L. 58.355,40

*

15 Aprile 1931 - IX.

Egregio Consocio,

L'Assemblea generale ordinaria dei soci tenutasi domenica 22 marzo u. s., all'unanimità ha approvata la seguente deliberazione presa dal Consiglio della Sezione nella sua seduta del 1° marzo u. s.

« Il Consiglio della Sezione di Genova dell'A. E. I.:

— venuto a conoscenza che l'Istituto di Fisica Sperimentale della R. Università di Genova, diretto con tanta appassionata competenza dall'Illustre Consocio Prof. Augusto Occhialini, non può disporre di mezzi idonei per svolgere efficace attività di ricerche scientifiche,

— conscio dell'assoluta necessità che tale attività, la quale così diretta influenza esercita sul progresso industriale della Nazione, possa anche nel più importante Istituto Scientifico della nostra Liguria mantenere quel ritmo che il valore e la diligenza del Direttore prepostoVi e dei suoi egregi Collaboratori può con successo consentire;

— ha deciso:

— di indire tra i soci una volontaria personale sottoscrizione per fornire, sia pure in misura modesta, ma che ha indubbia alta importanza morale, anche come incitamento per gli altri, qualche aiuto economico al sullodato Istituto;

— e di partecipare come Sezione dell'A. E. I. a tale sottoscrizione colla somma di L. 1000 a carico del Bilancio 1931 della Sezione stessa ».

Pertanto la S. V. è invitata a dare la propria adesione alla detta sottoscrizione, inviandola, con l'importo del contributo che la S. V. crederà di sottoscrivere e che comunque avrà alta importanza come auspicata partecipazione, alla Sede della Sezione in Salita S.ta Caterina, 4.

Già numerose adesioni ci sono pervenute per un importo complessivo di circa L. 20.000 e ben certi che la S. V., prendendosi esatto conto della opportunità della iniziativa, non potrà negare la richiesta adesione, anticipatamente ringraziamo.

Con ossequio.

Il Segretario — Ing. G. B. LOMBARDO

Il Presidente — Ing. TITO GONZALES

* *

SEZIONE DI ROMA

Venerdì, 6 marzo, u. s., alle ore 21,15, nella nostra Sede, l'Ing. **Giovanni Pasini**, della Società Telefonica Tirrena, tenne una conferenza sul seguente argomento: « **Criteri e metodi per lo studio delle reti telefoniche urbane** ».

Era presente alla interessantissima riunione il Presidente Generale, Prof. Bordoni, e un numeroso uditorio gremiva la sala.

Il Vice Presidente, Ing. Di Cave, aprì la seduta, porgendo un saluto cordiale agli intervenuti e comunicò che il Presidente era assente per impegni imprescindibili ed imprevisti. Rivolse poi uno speciale saluto e ringraziamenti al Conferenziere, anche a nome del Presidente, dandogli quindi la parola.

La conferenza, ricca di dati statistici fu illustrata da numerose proiezioni e il conferenziere fu molto applaudito e complimentato.

* *

SEZIONE DI TORINO

La sera del 2 giugno 1931, il Dott. Ing. **Vittorio Gambarotta**, presenti numerosi soci e personalità espressamente invitate, ha tenuto una comunicazione sul tema: « **Ozonizzatori: Principii costruttivi e campo di applicazione** ».

Le seduta è stata aperta alle ore 21,30 dal Presidente, Dott. Ing. Guido Peri, che ha presentato il giovane conferenziere, elogiandolo per avere fondato in Torino una nuova promettente industria.

L'oratore entra subito in argomento, trattando dell'ozono atmosferico e della sua benefica influenza. Passati rapidamente in esame i vari mezzi di cui la tecnica dispone per la produzione artificiale dell'ozono, si sofferma a lungo sui metodi di produzione industriali moderni, basati sull'efflusso elettrico, mettendone in rilievo i vantaggi, le caratteristiche, i dati di rendimento, ed illustrandoli praticamente con numerose proiezioni.

Tratta quindi delle applicazioni dell'ozono nella potabilizzazione delle acque, nella conservazione delle sostanze alimentari (pesce, uova, frutta, ecc.), nell'invecchiamento dei vini, nel candeggio, ecc.

In modo particolare si sofferma sull'impiego dell'ozono per il risanamento dell'aria viziata negli ambienti chiusi, ed illustra grandiosi impianti centrali di ozonizzazione di banche, teatri, ecc.

Termina la interessante relazione dimostrando come l'ozonizzazione dell'aria negli ambienti affollati permetta di realizzare grandi economie nei costi di installazione e di esercizio degli impianti di ventilazione.

Tra vivi applausi il Presidente ringrazia l'oratore e lo complimenta pei brillanti risultati pratici da lui ottenuti in questo poco noto ramo della tecnica.

L'oratore risponde esaurientemente a parecchie interrogazioni sui dati di costo, di esercizio e di durata dei suoi apparecchi e sulle modalità della loro applicazione in parecchi casi speciali.

Prende infine la parola il Prof. Dott. Cramarossa, medico capo ed ufficiale sanitario del Comune di Torino, il quale elogia l'Ing. Gambarotta per la sua precisa e dotta relazione. Come medico igienista vuole però precisare il campo di applicazione dell'ozono nella purificazione dell'aria viziata negli ambienti chiusi affollati. Il viziamento dell'aria può considerarsi sotto tre aspetti:

1°) fisico (alterazione della temperatura e del grado igrometrico);

2°) chimico (impoverimento in ossigeno e arricchimento in anidride carbonica per effetto della respirazione);

3°) corpuscolare (per polveri, sostanze organiche, batteri in sospensione).

L'ozono non rimedia al viziamento fisico e chimico, è molto utile per ridurre l'inquinamento dovuto a corpuscoli in sospensione; col suo forte potere ossidante, attacca le particelle organiche e in parte anche i batteri e quindi deodora l'aria e parzialmente la sterilizza.

L'ozonizzazione dell'aria negli ambienti chiusi è quindi, sotto questo aspetto, utilissima, ma non può sostituire la ventilazione razionale, destinata appunto a rimediare al viziamento fisico e chimico.

La seduta è sciolta alle ore 23,15.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La sera del 5 maggio l'Ing. Prof. **Giuseppe Pippa** tenne l'annunciata conferenza sul tema: « **Il volo degli uccelli interpretato elettricamente** ». Della conferenza venne pubblicato un interessante riassunto sul Bollettino Sindacato Ingegneri di Trieste, n. 5, mese di maggio.

Il conferenziere trattò l'argomento colla sua consueta maestria e competenza incatenando l'attenzione dell'uditorio.

Il conferenziere è stato vivamente applaudito, ed il Presidente, Ing. Bonazzi, si è compiaciuto vivamente con lui, porgendogli il ringraziamento della Sezione e suo.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

28 Giugno - ore 10,15. — Visita al nuovo Laboratorio di Misure della Società Elettricità e Gas di Roma.

SEZIONE DI TRENTO (Via Grazioli, 27).

26 Giugno - ore 16. — Visita agli impianti della Stazione Radiotrasmittente di Bolzano unitamente ai colleghi della Sezione di Trieste.

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

26 Giugno - ore 16. — I partecipanti alla Gita tecnico-turistica alla Centrale di Cardano hanno preso parte coi soci della Sezione di Trento alla visita degli impianti della Stazione Radiotrasmittente di Bolzano.

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(i.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.